



SYDDANSK UNIVERSITET



Er biogas en vinder-teknologi i fremtidens kamp om biomassen?

Henrik Wenzel

Professor, Miljøeffektiv Teknologi, Syddansk Universitet

henrik.wenzel@kbm.sdu.dk

Foreningen for Danske Biogasanlæg
Økonomiseminar for biogasanlæg
Hovborg Kro tirsdag d. 11. december 2007

Oversigt over oplægget



Hvordan kommer vi ud af oliealderen? Hvad bliver det næste?

- Udfordringens størrelse og karakter
- Miljøeffektiv teknologi
- Hvilke ressourcer bruger vi?
- Er biogasteknologien en af vinderne?
- Anbefaling
- Diskussion



Udfordringens størrelse og karakter



Hvordan kommer vi ud af oliealderen?

Rolig nu: Vi forlod ikke stenalderen på grund af mangel på sten!

Men holder analogien?

*Forlader vi den petrokemiske tidsalder **trukket** af nye og mere konkurrencedygtige ressourcer og teknologier?*

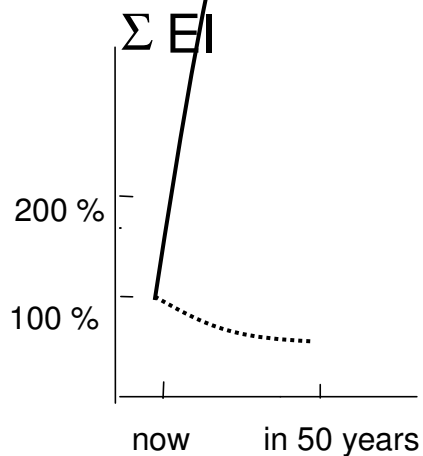
*Eller forlader vi den petrokemiske tidsalder **presset** af mangel på ressourcen og/eller af de effekter på klimaet, den afføder?*

Står der en oplagt kronprins-teknologi klar i kulissen og venter på at tage over?

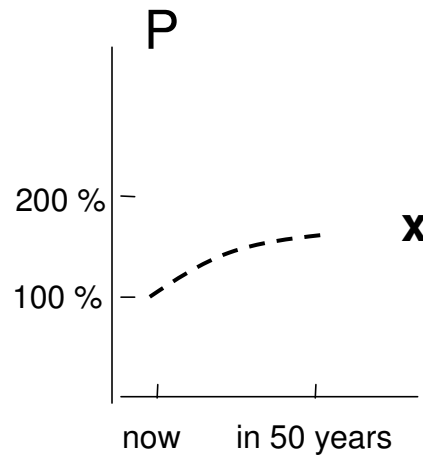
Udfordringens størrelse og karakter

- The Master Equation

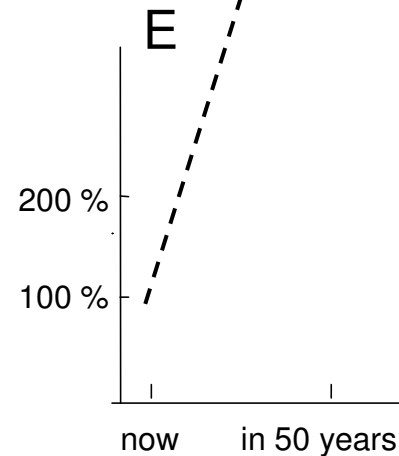
$$\Sigma EI = P \cdot E \cdot T$$



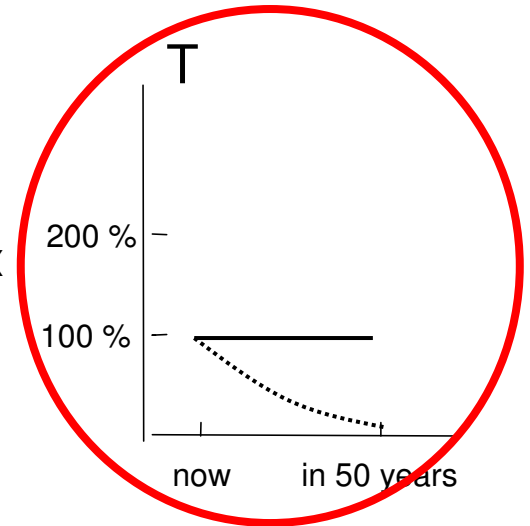
=



x



x



Miljøeffektiv Teknologi

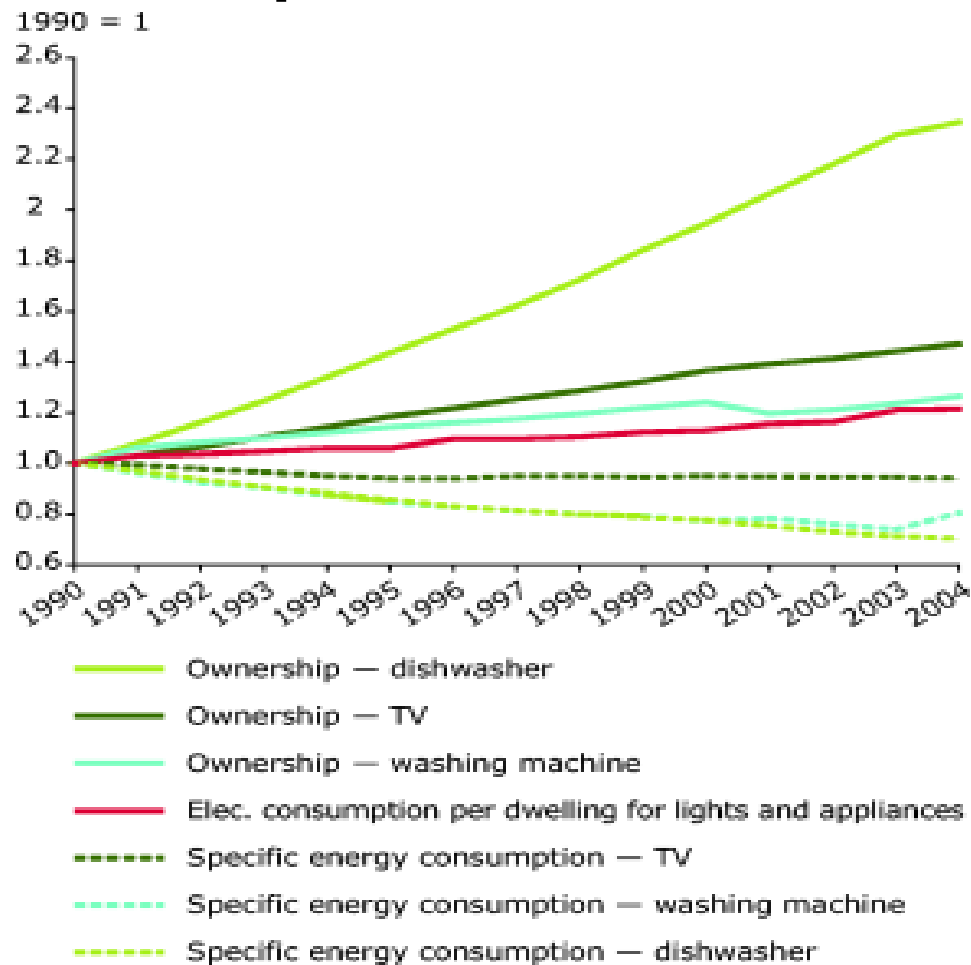
- kan vi klare det?

“The world has enough for everyone’s need. But not enough for everyone’s greed” (Ghandi)

“Those who believe exponential growth is possible in a finite world are either mad or economist” (Prof. Max-Neef)

“.... technology, wisely used, can spare the Earth” (Ausubel 1996).

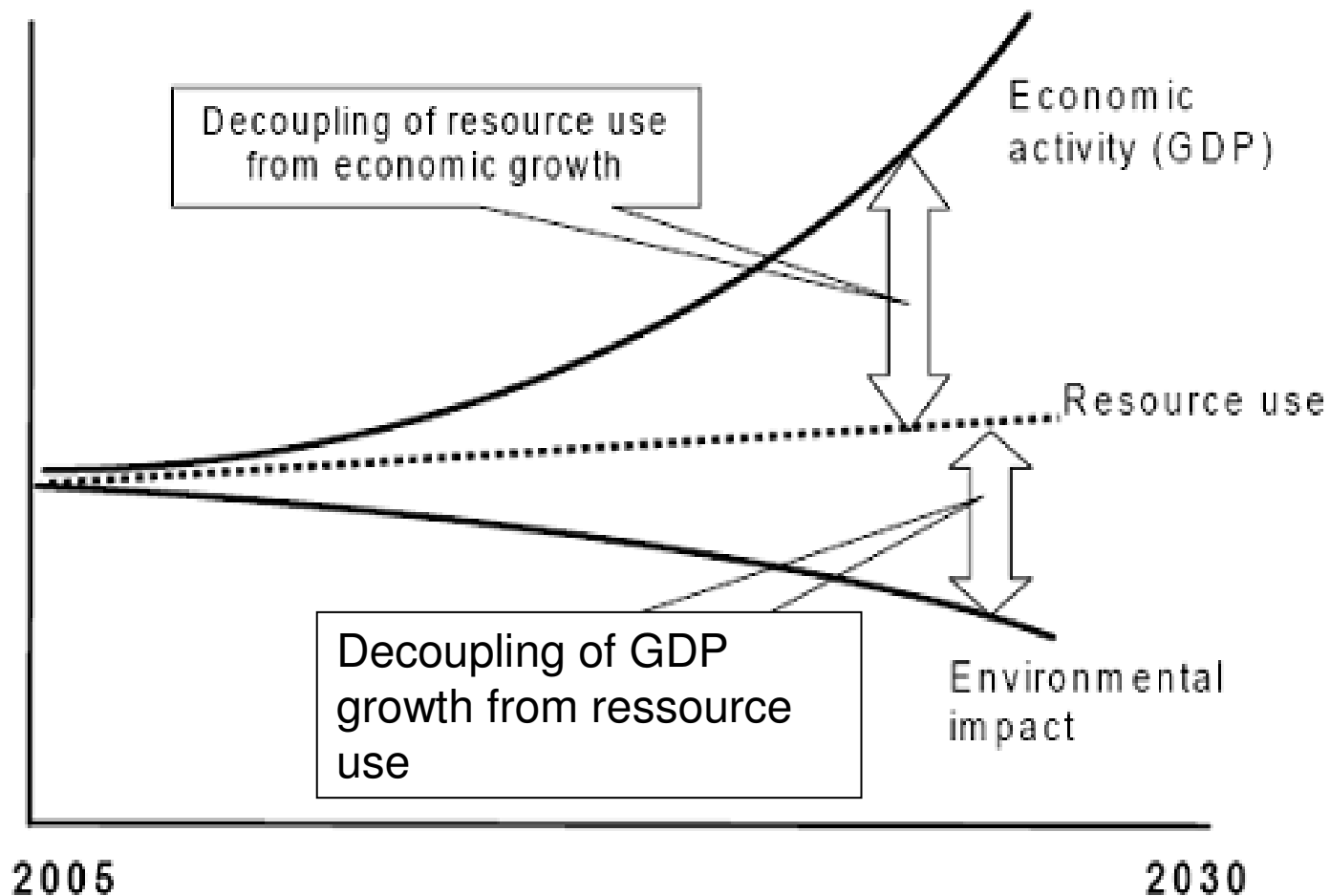
Miljøeffektiv Teknologi - eksempler



Trends in energy efficiency, ownership, and overall electricity consumption of selected household appliances, EU-15

Miljøeffektiv Teknologi

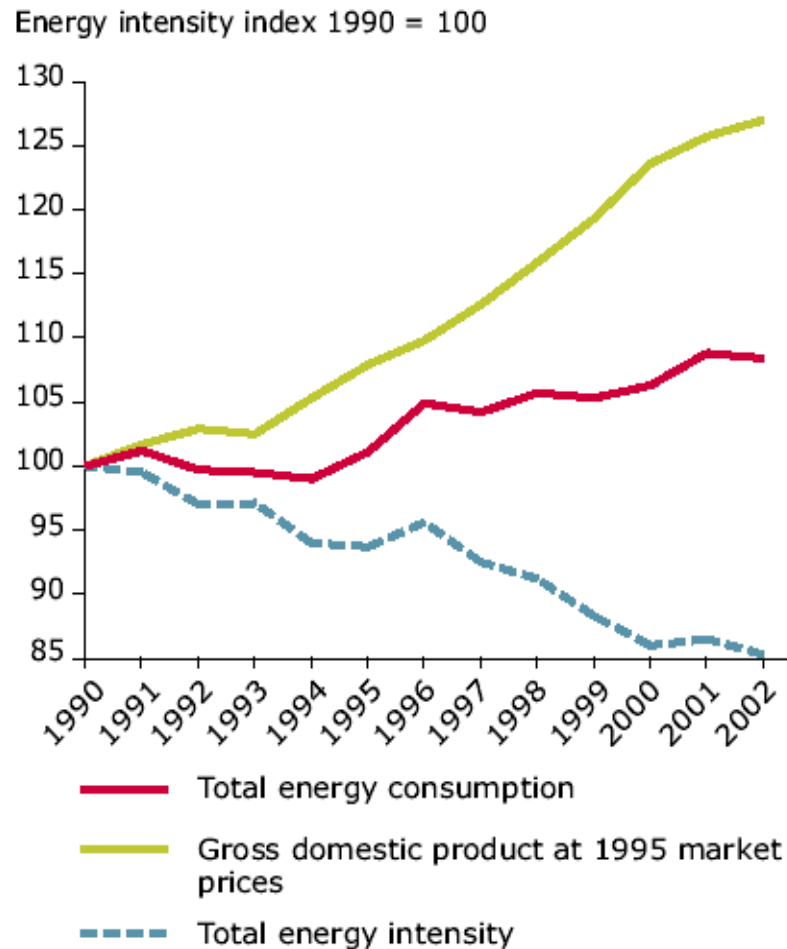
- generel udviklingsmodel



Miljøeffektiv Teknologi

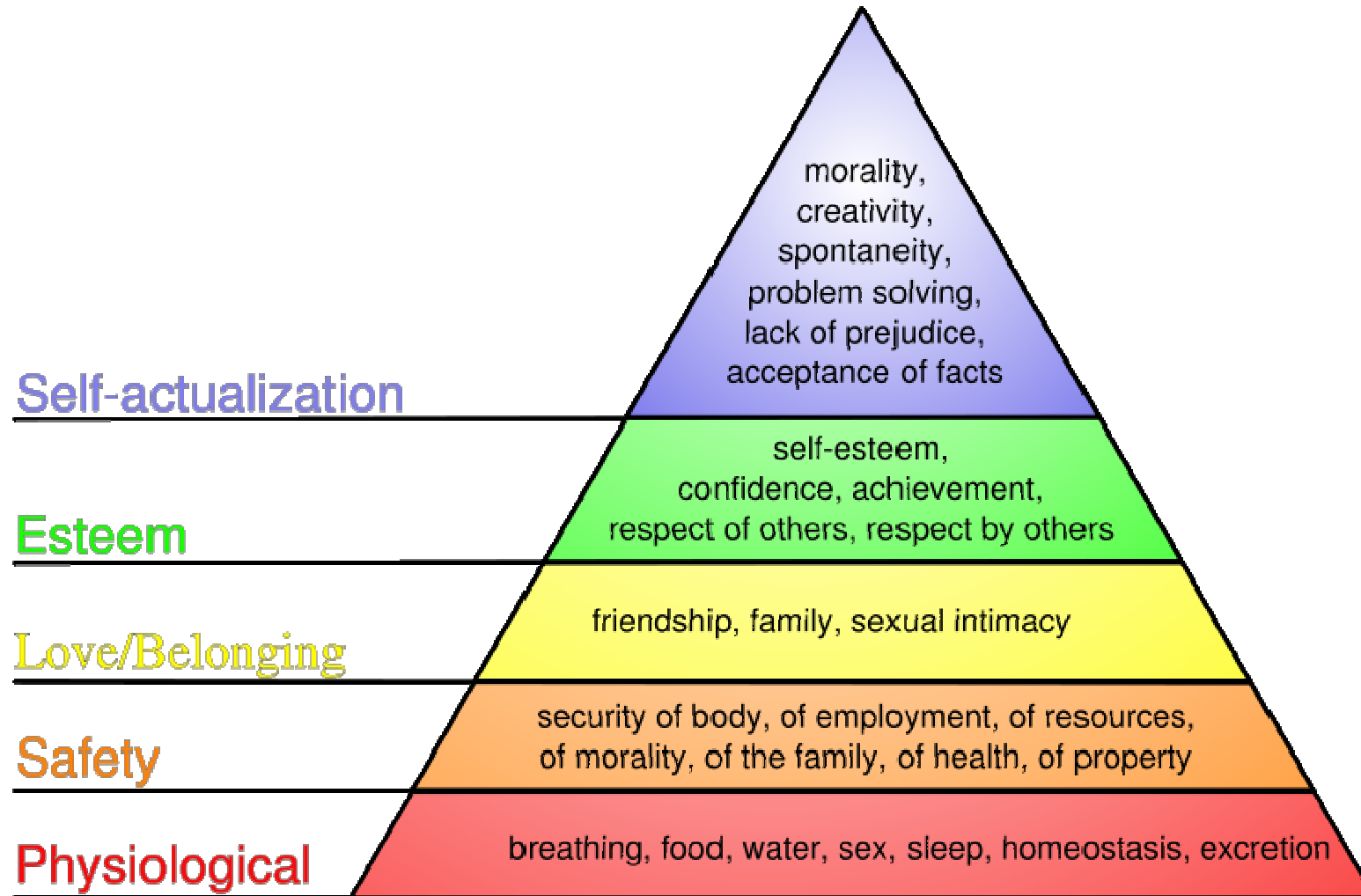
- BNP og energiforbrug i EU

Figure 1 Total energy intensity, EU-25



Miljøeffektiv Teknologi

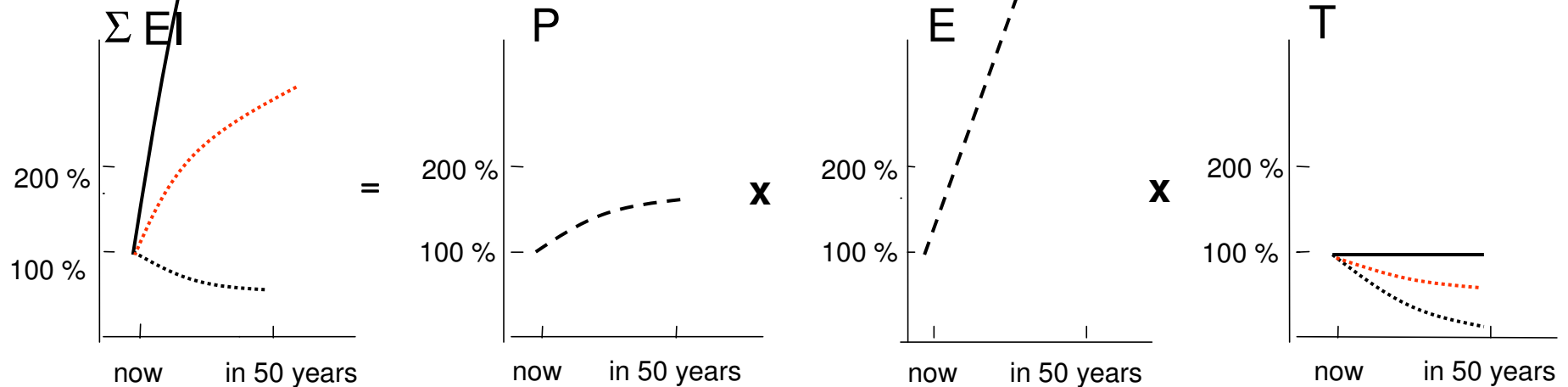
- behovspyramidens betydning



Udfordringens størrelse og karakter

- The Master Equation

$$\Sigma EI = P \cdot E \cdot T$$



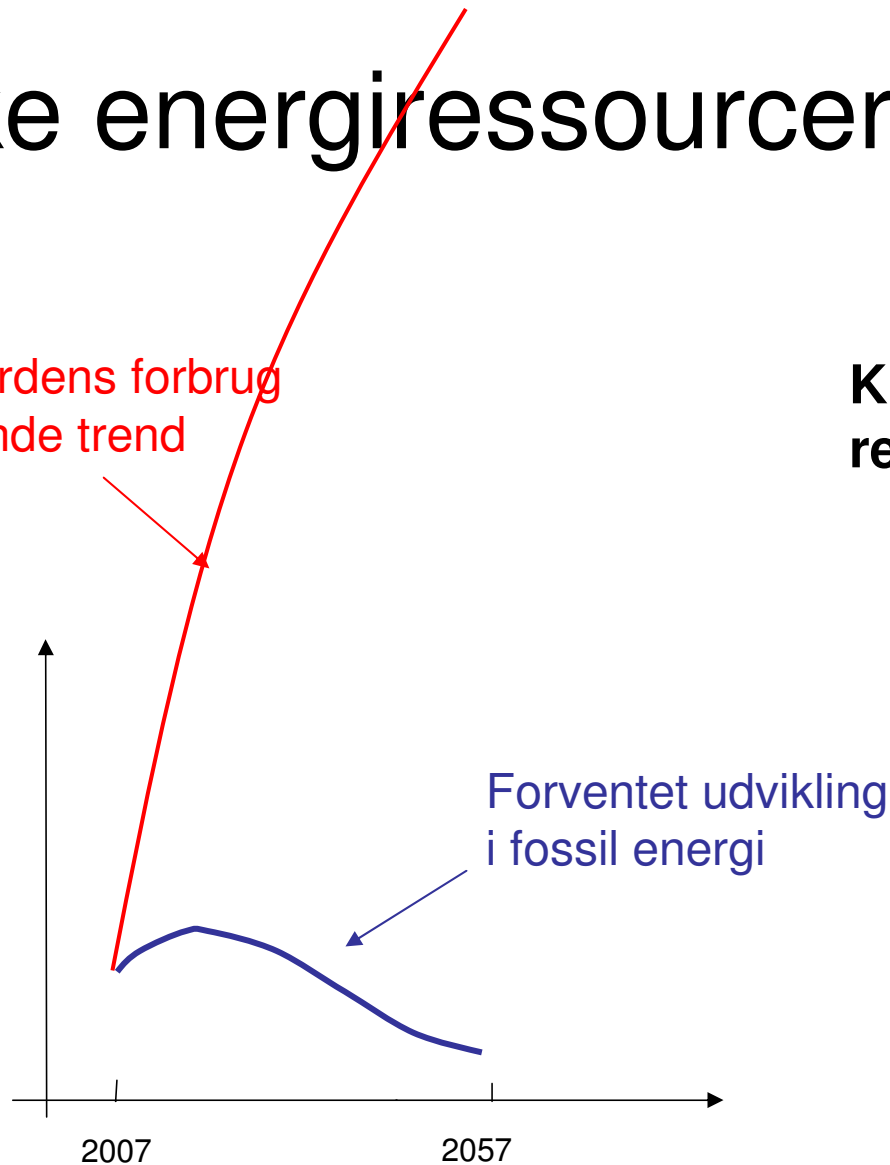
Når vi et plateau?

Hvordan ser det plateau ud?

Hvilke energiresourcer bruger vi?

Udvikling i verdens forbrug
med nuværende trend

- målt som BNP



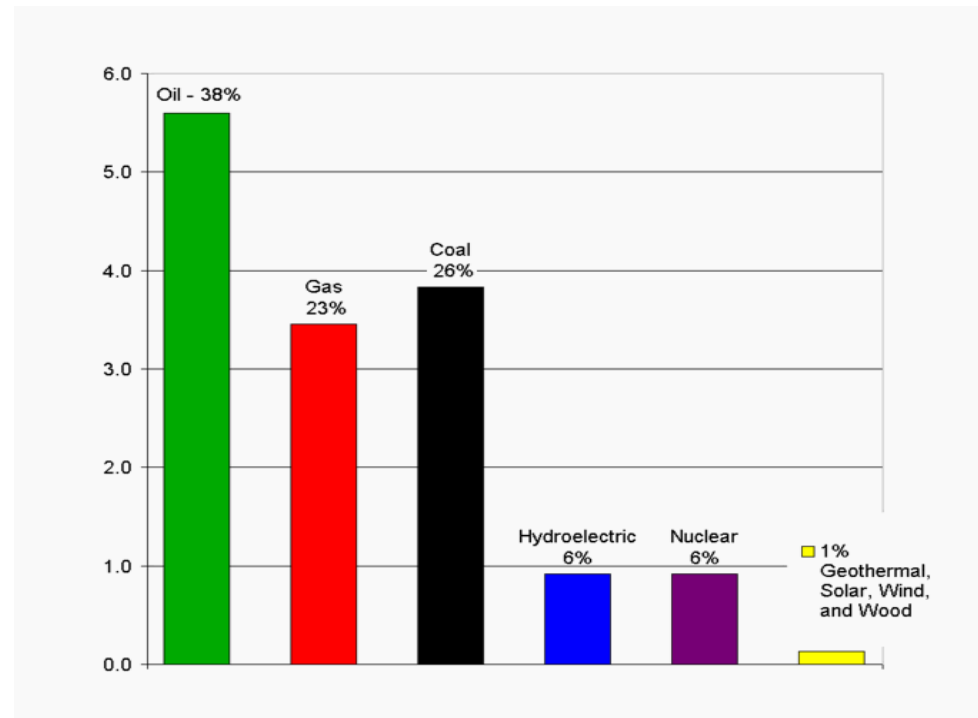
Kunder til nye energiressourcer:

- Transport
- El
- Varme
- Plast
- Basiskemikalier
- ...
- ...og desuden mere kød på menuen...



Energiresourcernes fordeling i dag

- Global Energy Consumption



Har vi biomasse nok?



Hvor store er de nye kunder?

Fødeindtag: 2700 kcal/person/dag	≈ 25 EJ/år
Landbrugsbiomasse i dag	≈ 100 EJ/år
Fossil energiforbrug i dag	≈ 400 EJ/år

Kan udbyttestigning mindske hullet?

Udbyttestigning i landbruget	≈ 1% pr. år
Forbrugsvækst (målt som BNP)	≈ 5% pr. år

Har vi biomasse nok?



Hvor meget nyt land kan kultiveres?

Jorden kan – rent teoretisk biofysisk – levere maksimalt 120% mere landbrugsjord – især fra tropisk Sydamerika og Afrika (Ramancutty et al., 2002)

Men at kultivere nyt land kan betyde 2-9 gange mere CO₂ udledning, end energiafgrøder kan spare hjem over 30 år ved substitution af fossile brændsler (Righelato og Spracklen, 2007)

Påvirkes fødevaresektoren?

Kornpriser fordoblet på et par år, delvist katalyseret af USA's produktion af bio-ethanol

USA's bio-ethanol \approx 1-2 % af verdens energiforbrug

Har vi biomasse nok?

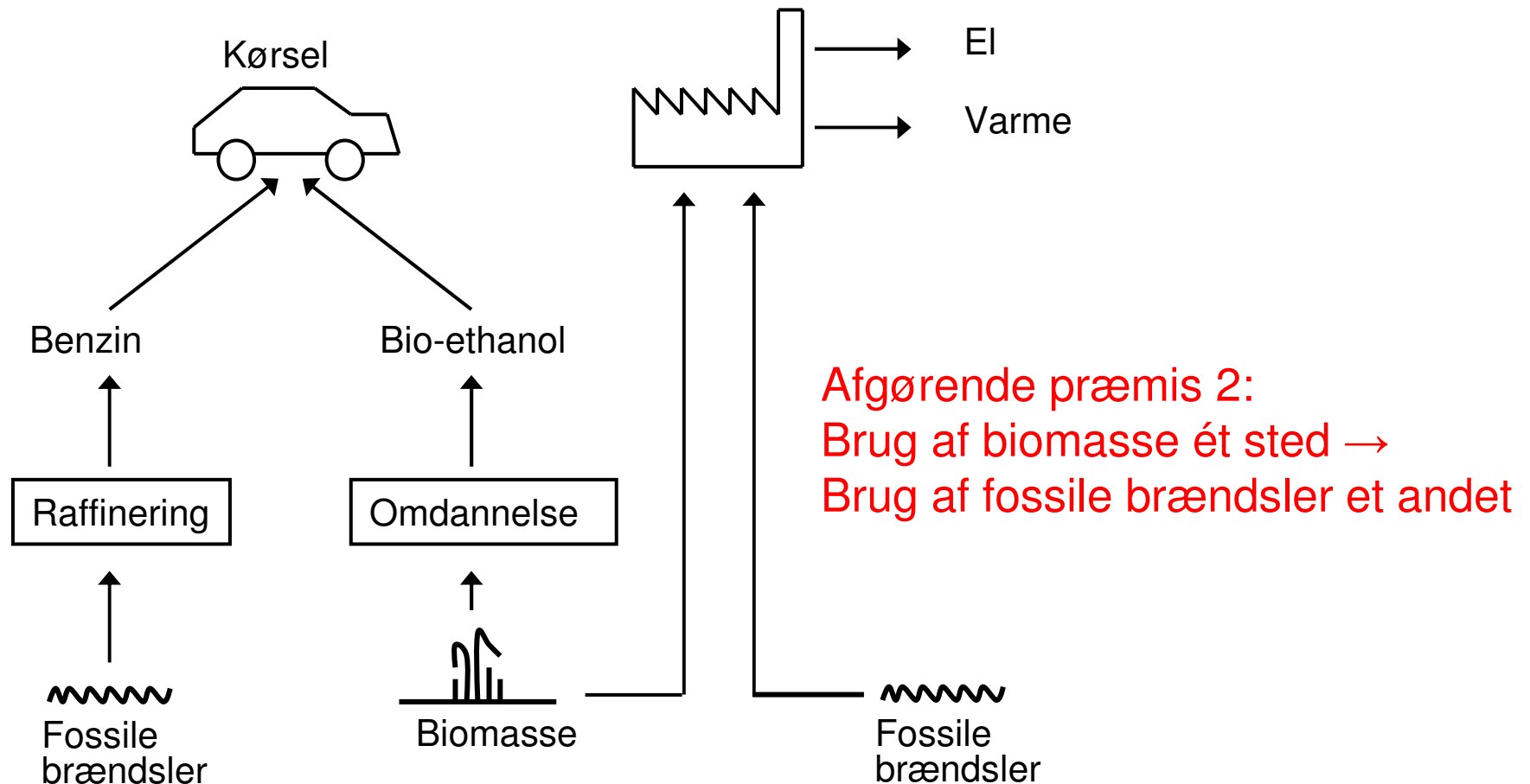
Opsamling

- De nye potentielle kunder til biomasse er flere gange større end fødevarerektoren og de bliver større og større med tiden
- Udbyttetigning i landbruget kan ikke følge med forbrugsvæksten med de hidtidige trends
- Vi kan højst fordoble klodens landbrugsareal – og meget mindre end det, hvis vi ikke skal sætte drivhusregnskabet over styr, og hvis vi skal overholde lovgivning om naturbeskyttelse
- Fødevarerektoren reagerer voldsomt på den nye efterspørgsel ved forsyning af blot nogle få promille af disse kunder

Vi skal træde varsomt og være effektive i vores biomasse-anvendelse. Vi skal prioritere.



Hvad skal vi prioritere?



Afgørende præmis 1:

Vi bruger fossile brændsler til energi de næste 20-30 år – mindst!

Hvad skal vi prioritere?



SYDDANSK UNIVERSITET

- kriterier for fremtidens energiteknologi

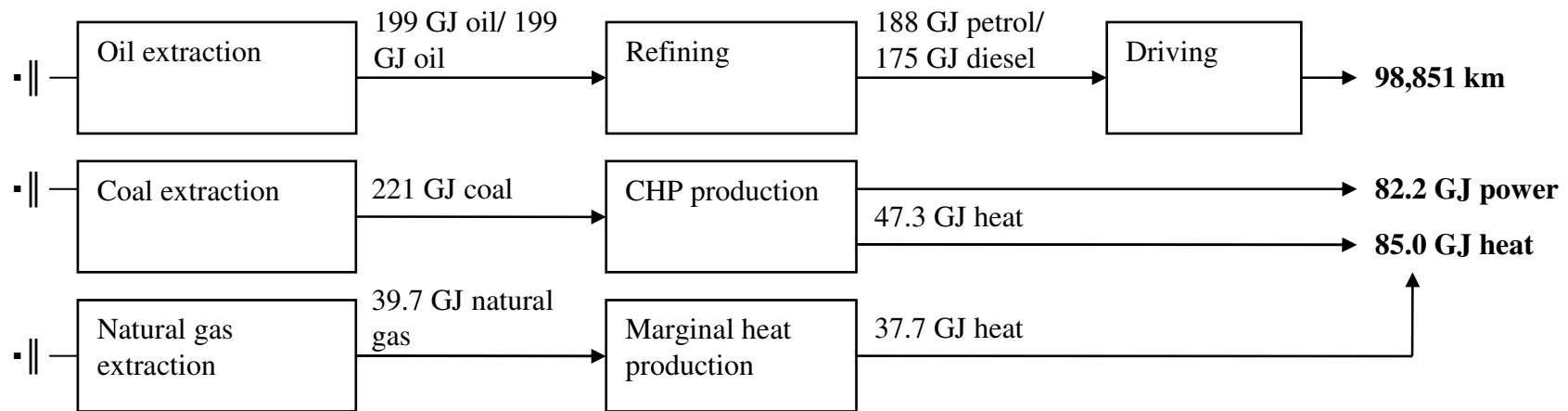
Kravet er effektivitet på alle niveauer

	Teknologi			
	El & varme	Biogas	Plante diesel	Bio-ethanol
Mark udbytte	10-15 tons TS/ha	10-15 tons TS/ha	3,5 tons TS/ha	10-15 tons TS/ha
Konvertering	> 90%	> 90%	> 90%	50-60%
Struktur tilpasning	Central + decentral	Decentral	Decentral	Central
Økonomi	≈ 300 kr./ton CO ₂	≈ 40 kr./ton CO ₂	≈ 700 kr./ton CO ₂	> 1000 kr./ton CO ₂

Er biogasteknologien en af vinderne?

- et eksempel på miljøvurdering

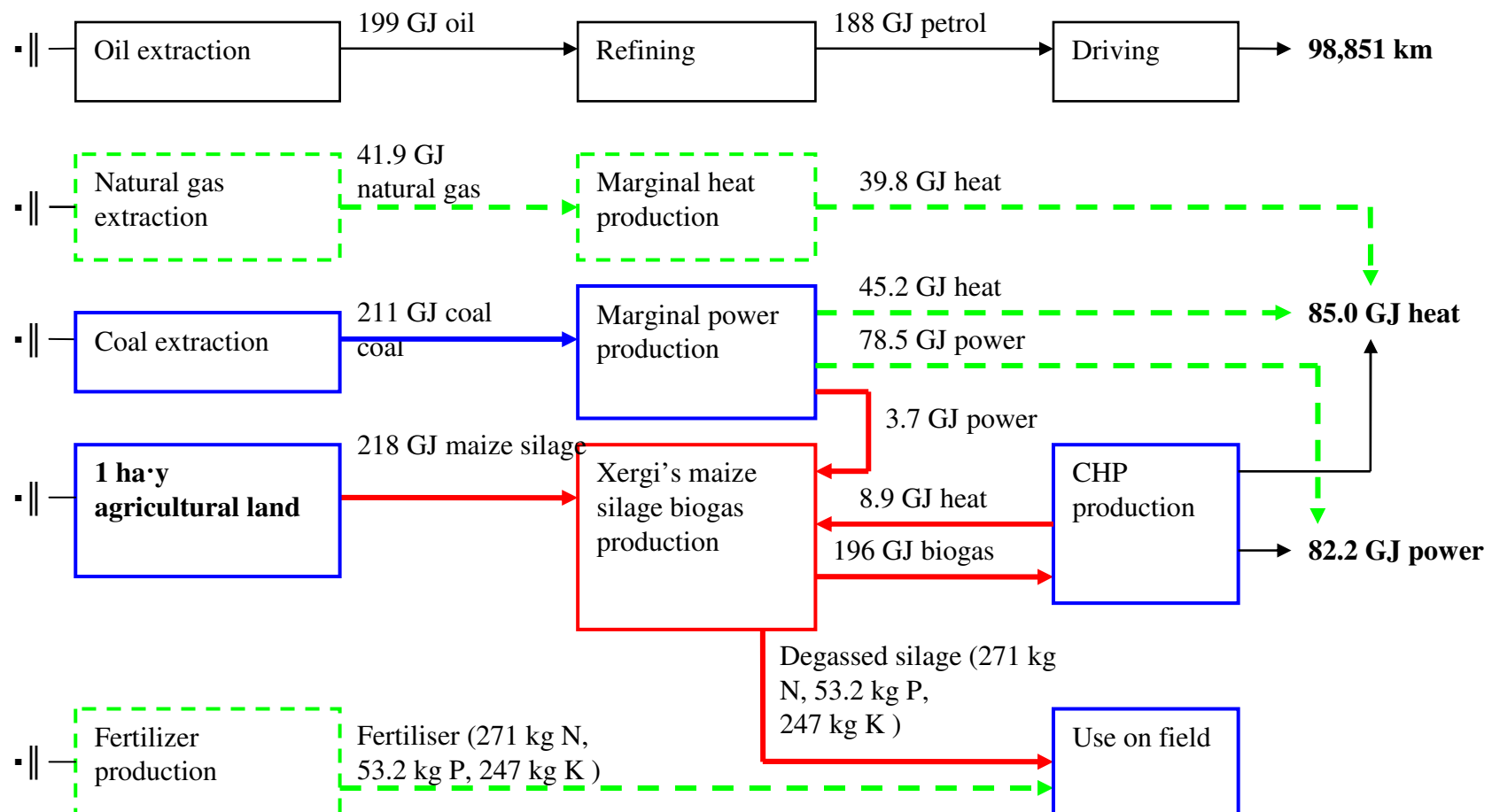
Reference



Er biogasteknologien en af vinderne?

- et eksempel på miljøvurdering

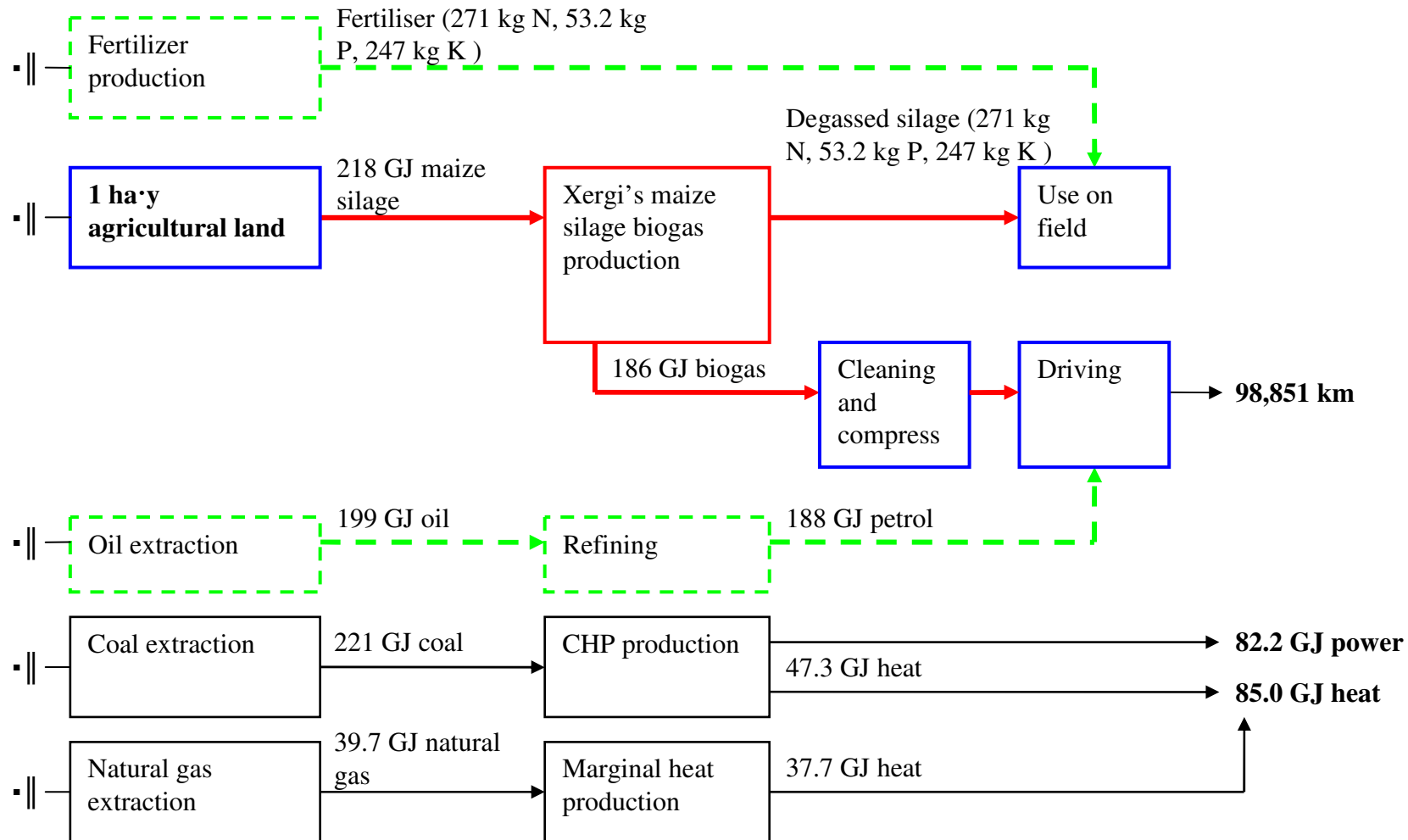
Biogas ud fra majs-ensilage: til kraft/varme



Er biogasteknologien en af vinderne?

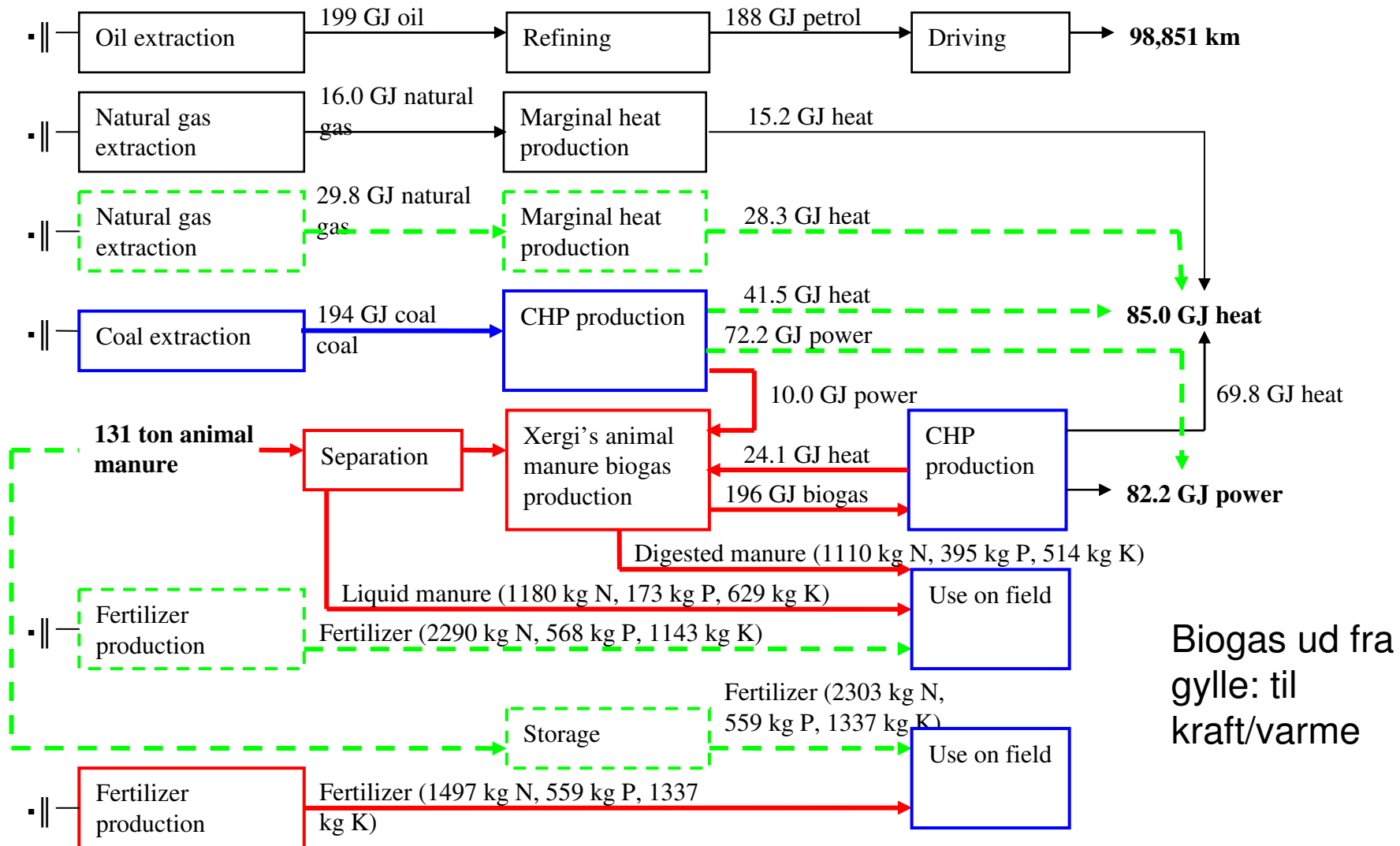
- et eksempel på miljøvurdering

Biogas ud fra majs-ensilage: til transport



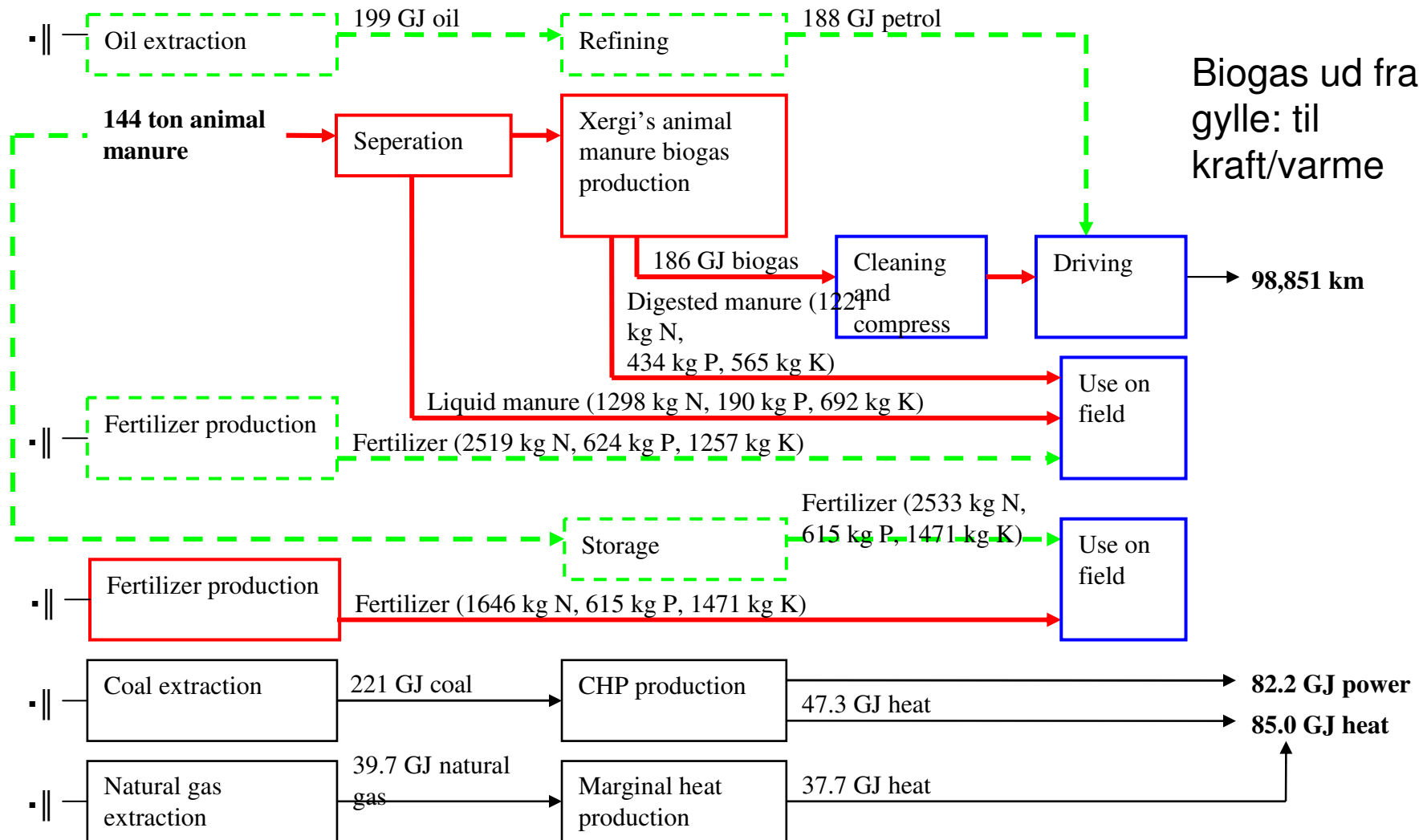
Er biogasteknologien en af vinderne?

- et eksempel på miljøvurdering



Er biogasteknologien en af vinderne?

- et eksempel på miljøvurdering

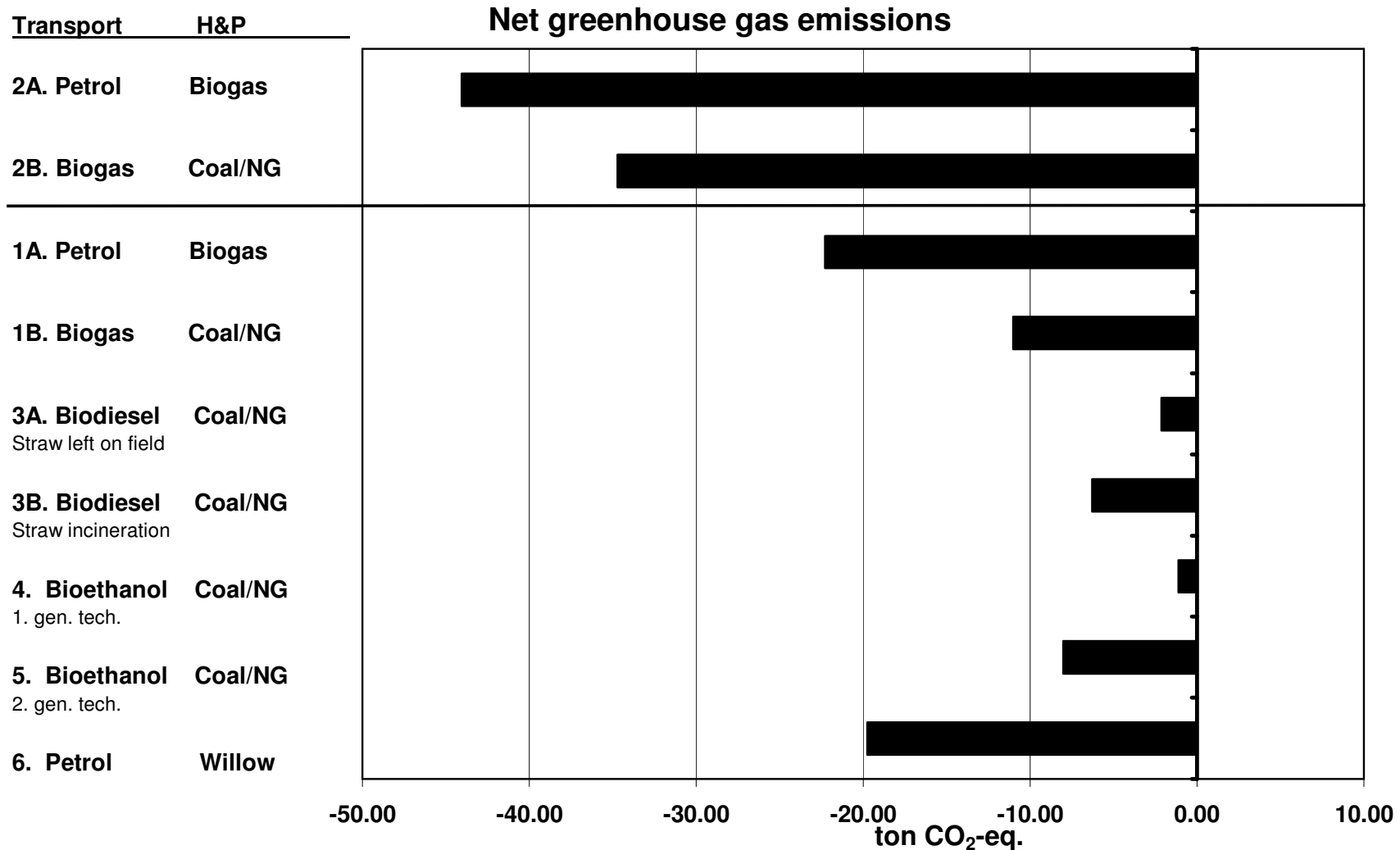


Hvad skal vi prioritere?



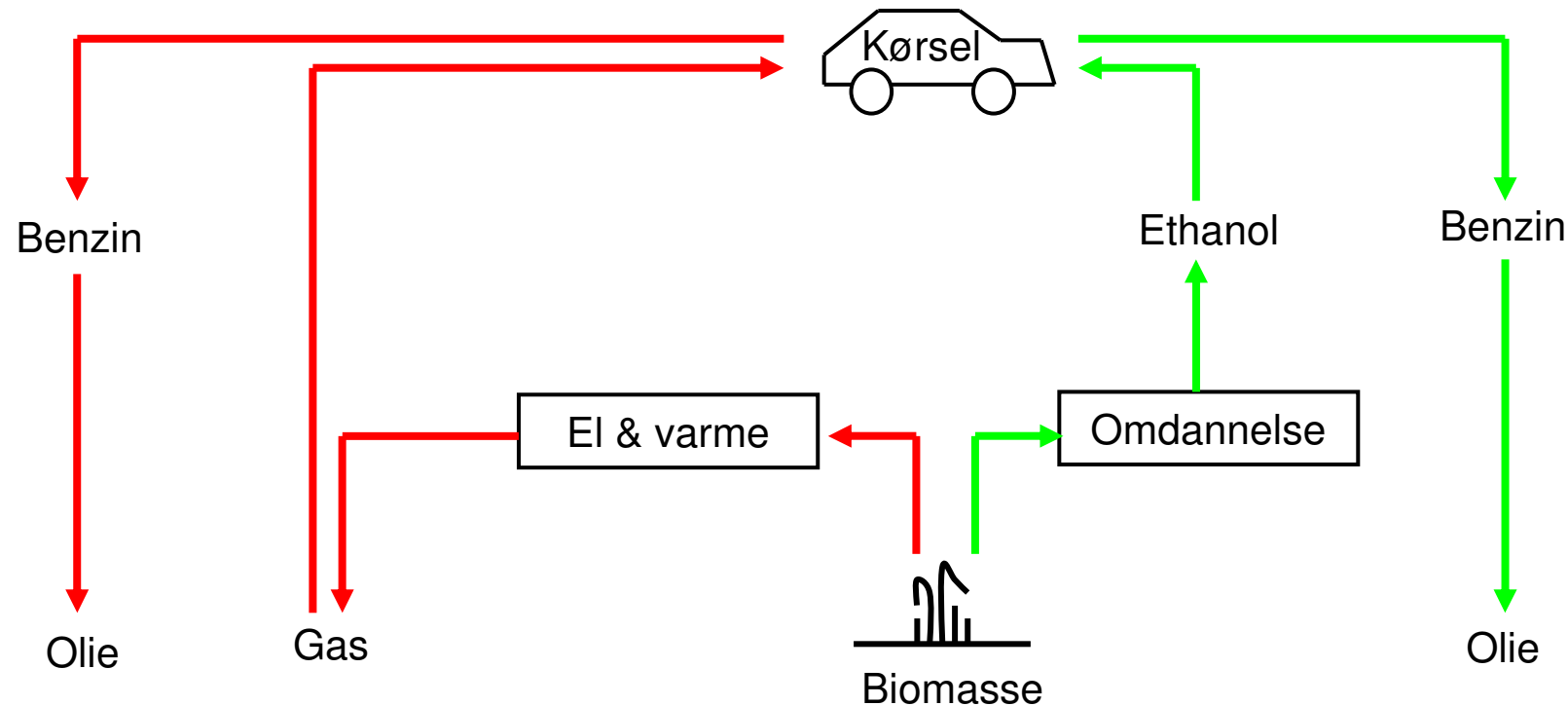
SYDDANSK UNIVERSITET

- CO2 reduktion ved forskellige bio-energi teknologier



Hvad skal vi prioritere?

- anbefaling



- Præmis: Naturgas bruges til el og varme verden over de næste 20 – 30 år
- Brug biomasse til el og varme – via forbrænding, forgasning eller biogas
- Kør på den sparede gas. Indtil forbrændingsmotoren er skiftet ud med el-motoren
- Det er næsten dobbelt så godt for CO₂ og forsyningssikkerhed og under halvt så dyrt
- Kør på el så snart som muligt