



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Opsi untuk Pengurangan Mobilitas CO2

Memperkenalkan Trainer Wolfgang Kriegler, MSC

CONTENT OF THE PRESENTATION: FOR EDUCATIONAL PURPOSE ONLY



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Perkenalan Singkat Wolfgang Kriegler MSC



- Studi “Teknik Mesin”, TU Vienna Austria (1974-1979) Fokus pada Mesin Pembakaran Internal dan Pembangkit Uap
- Karir Profesional
 - **AVL Prof. List GesmbH, (1980-2007):**
 - Departemen Riset Pembakaran. (1 silinder. FoMo hingga mesin truk)
 - Pengembangan Tes Bantalan (dyn. Tes bantalan powertrain)
 - Metodologi Kalibrasi Otomatis ICE
 - Kepala Departemen „Sistem Integrasi“ (termasuk. hybrid, simulasi kendaraan)
 - Pemimpin tim inti Project House untuk produsen truk Skandinavia
 - Program & Ketua Proyek untuk pengembangan chin. Jenis mesin truk
 - **Magna Steyr (2007-)**
 - Manajer Produk Hybrid & EV
 - Pemimpin Hybrid Powertrain di PH MagnaSteyr/Powertrain/Electronics
 - Direktur Pengembangan Lanjutan & Manajemen Inovasi
 - Pendanaan Publik, Koordinasi Litbang
 - **FH Joanneum (1997-)**
 - Dosen Kejuruan alternatif powertrains (Hybrid & EV), Mesin Piston & ICE
 - Pekerjaan dominan sejak 2014
 - **A3PS Austrian Agency for Advanced Propulsion System (2014-2019)**
 - CEO dan Ketua Dewan



Bagaimana bereaksi terhadap Tren global dalam Teknik Otomotif?



- **Mesin Pembakaran Dalam I & II (BAC);** fokus kepada:
 - Efisiensi > jejak CO2 rendah
 - Emisi rendah, Sistem setelah treatment
 - Penggunaan es dalam hibridisasi
- **Mesin Elektrik dan Inverter (BAC)**
 - Motor sinkron dan asinkron
 - Daya Elektronik
- **Sistem penggerak dan Propulsi Lanjutan(Master)**
 - Kendaraan Elektrik
 - Kendaraan Hybrid
 - Sel Bahan Bakar/ Kendaraan hidrogen
- **Manajemen Energi dan Sistem Penyimpanan(Master,Mata Kuliah Pilihan)**
 - Manajemen Energi/ Sistem Kontrol EVs dan Hybrids
 - Sistem penyimpanan mekanis
 - Sistem Penyimpan Elektro-Kimia (baterai)
 - Teknologi Pengisian Daya
 - Sistem penyimpanan gas untuk CNG dan hidrogen
- **Dalam Perencanaan: Sistem Bantuan Pengemudi Tingkat Lanjut/ Sistem Kemudi Otomatis**
 - Peralatan terkait kendaraan dan sistem kontrol untuk ADAS & AD



Mata Kuliah yang Diajar @ FH-Joanneum



Mesin Pembakaran Dalam II (BA):

- Proses pencampuran, pengapian, pembakaran, emisi, aftertreatment

Sistem Drive dan Propulsi Tingkat Lanjut (MA): ensiklopedi

- Kendaraan Listrik
- Kendaraan Hybrid
- Kendaraan Fuel Cell

Manajemen Energi and Sistem Penyimpanan (MA):

- Sistem penyimpanan mekanis; Manajemen energi EV dan Hybrid

Mesin Besar (MA):

- Powertrain kapal (2 Tak, cross head), mesin kecepatan sedang untuk pembangkit listrik, mesin gas

Pekerjaan Proyek (MA):

- Mengawasi beberapa kelompok proyek siswa



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Pilihan – Pilihan untuk Mengurangi Mobilitas CO₂

Fuel Options for ICE



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Starting Point – CO₂ Increase & Global Warming



Statement:

Dominasi pada powertrains konvensional (mesin pembakaran dalam) telah menyebabkan masalah berikut :

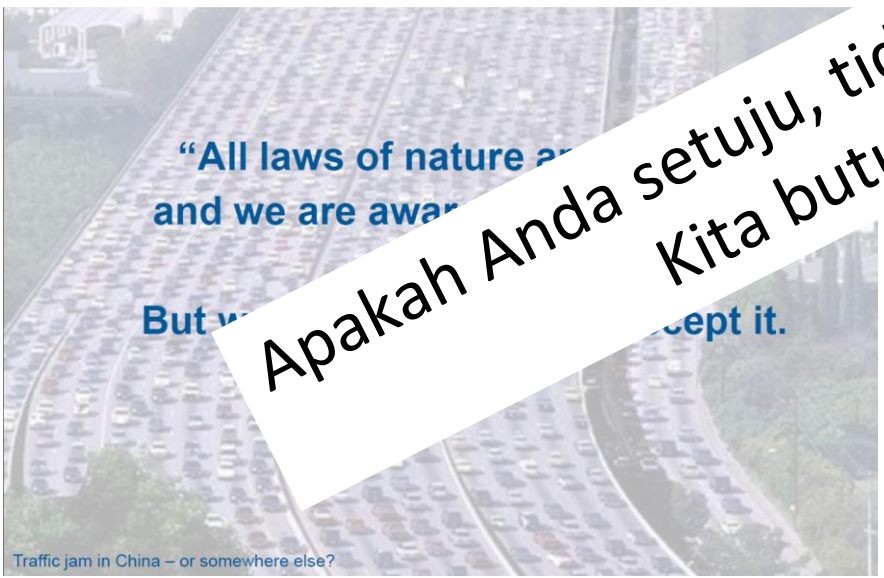
- Kemacetan lalu lintas (Berhenti & Jalan)
- Masalah **Emisi** (CO, Ozone, HC, NOx, particulates, debu...)
- Pemanasan global/ peningkatan CO₂
- **Legislasi CO₂**
- Harga bahan bakar naik turun
- Ketergantungan politik & ekonomi dari negara penghasil minyak
- Cadangan minyak terbatas

Powertrain canggih dan bahan bakar alternatif menjadi lebih penting -> Diversifikasi yang akan datang



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Starting Point – CO₂ Increase & Global Warming



Apakah Anda setuju, tidak bisa kita melanjutkan!
Kita butuh tindakan!!!

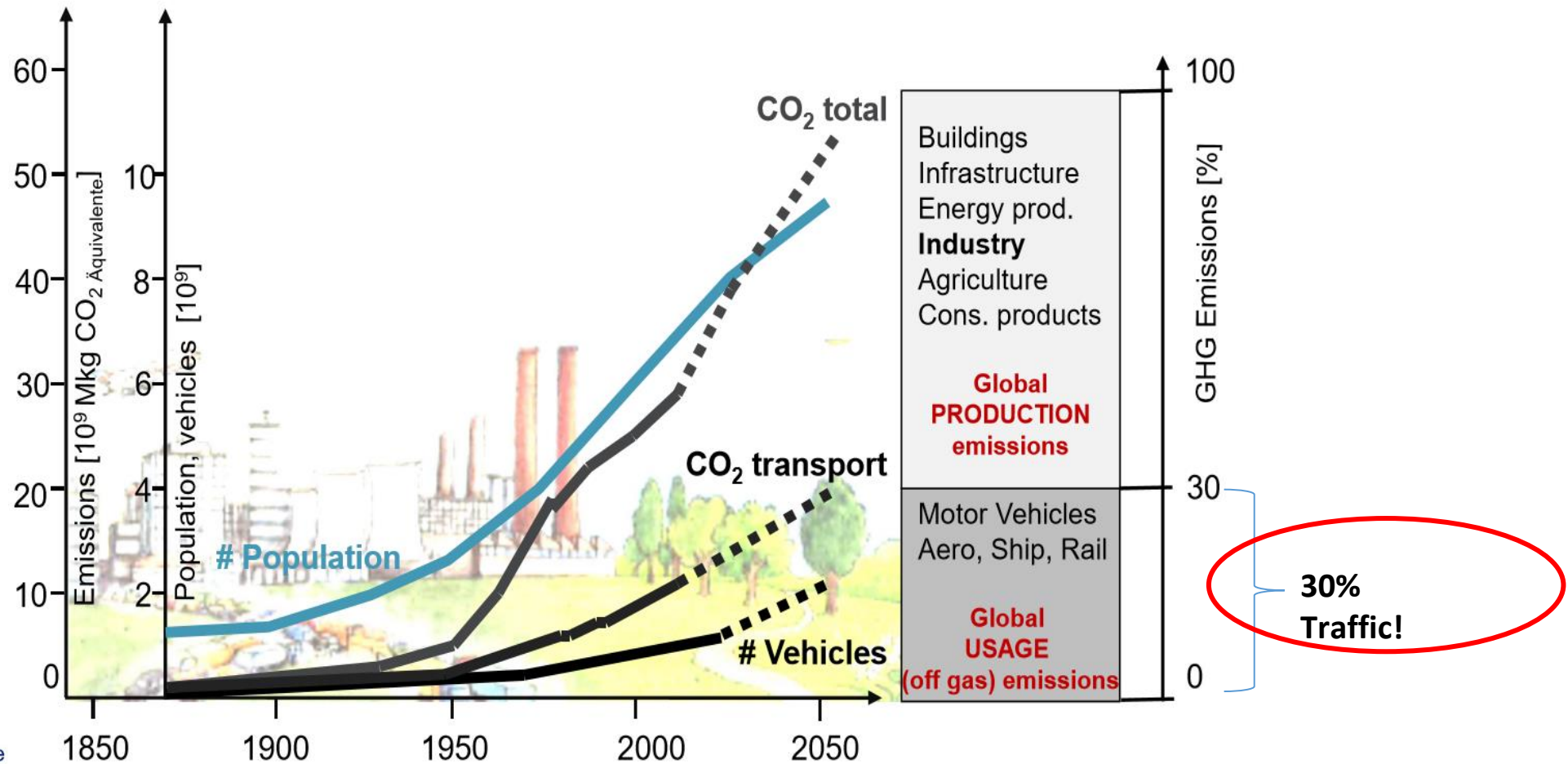
Statement:

Dominan...
da...
...onal (mesin pembakaran
...alah berikut :

- ...antas (Berhenti & Jalan)
- ...nsi (CO, Ozone, HC, NOx, particulates, debu...)
- Pemanasan global/ peningkatan CO₂
- **Legislasi CO₂**
- Harga bahan bakar naik turun
- Ketergantungan politik & ekonomi dari negara penghasil minyak
- Cadangan minyak terbatas

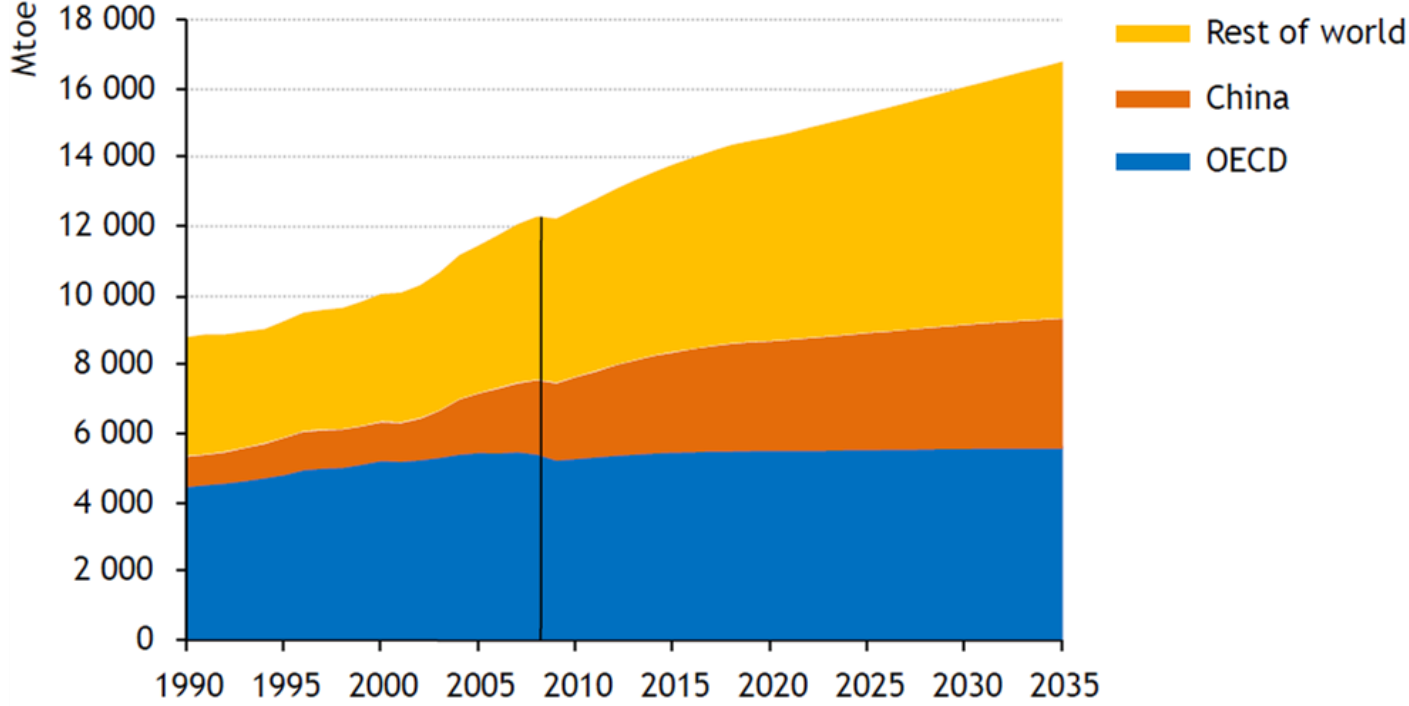
Powertrain canggih dan bahan bakar alternatif menjadi lebih penting -> Diversifikasi yang akan datang

Peningkatan Emisi CO2 dalam beberapa dekade terakhir



Prakiraan: Permintaan energi dunia di kawasan meningkat

World primary energy demand by region in the New Policies Scenario



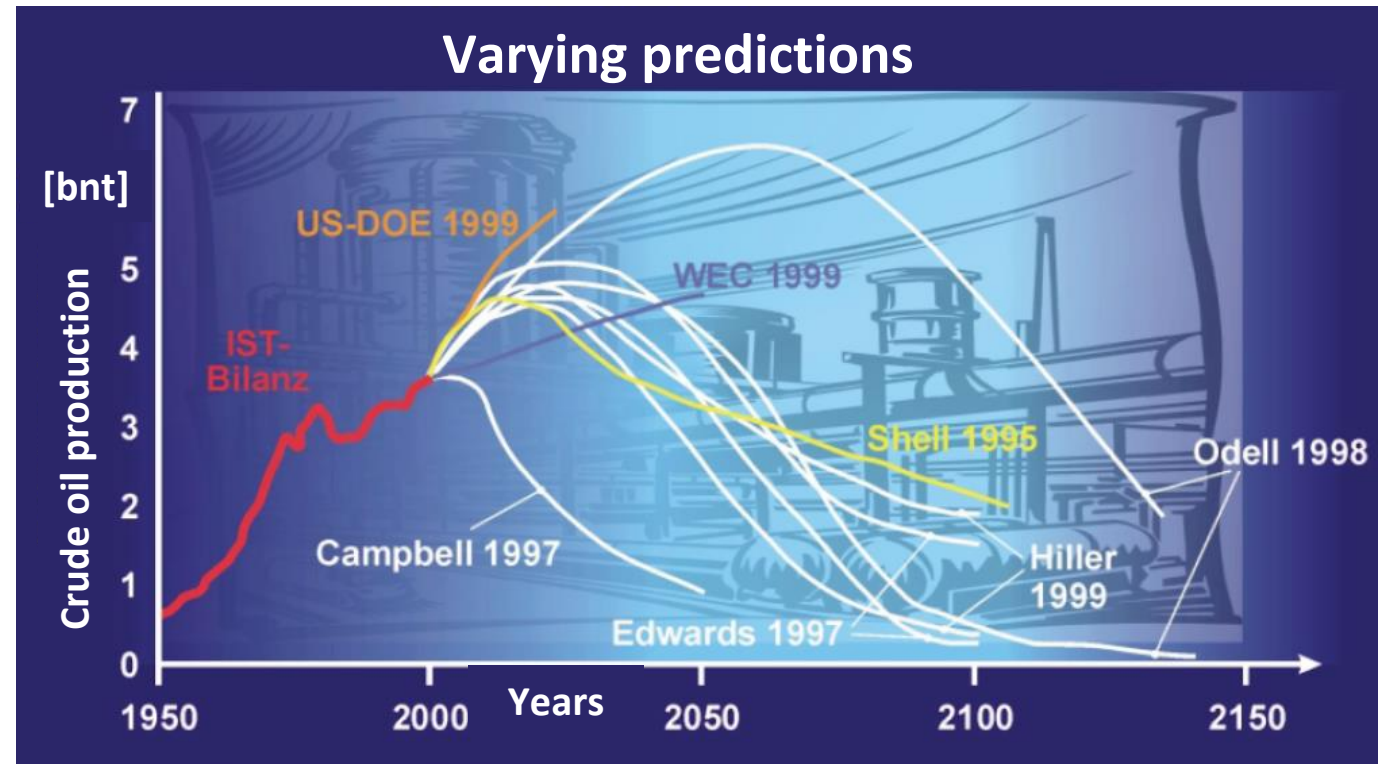
Global energy use grows by 36%, with non-OECD countries – led by China, where demand surges by 75% – accounting for almost all of the increase

Source: F. Birol, IEA

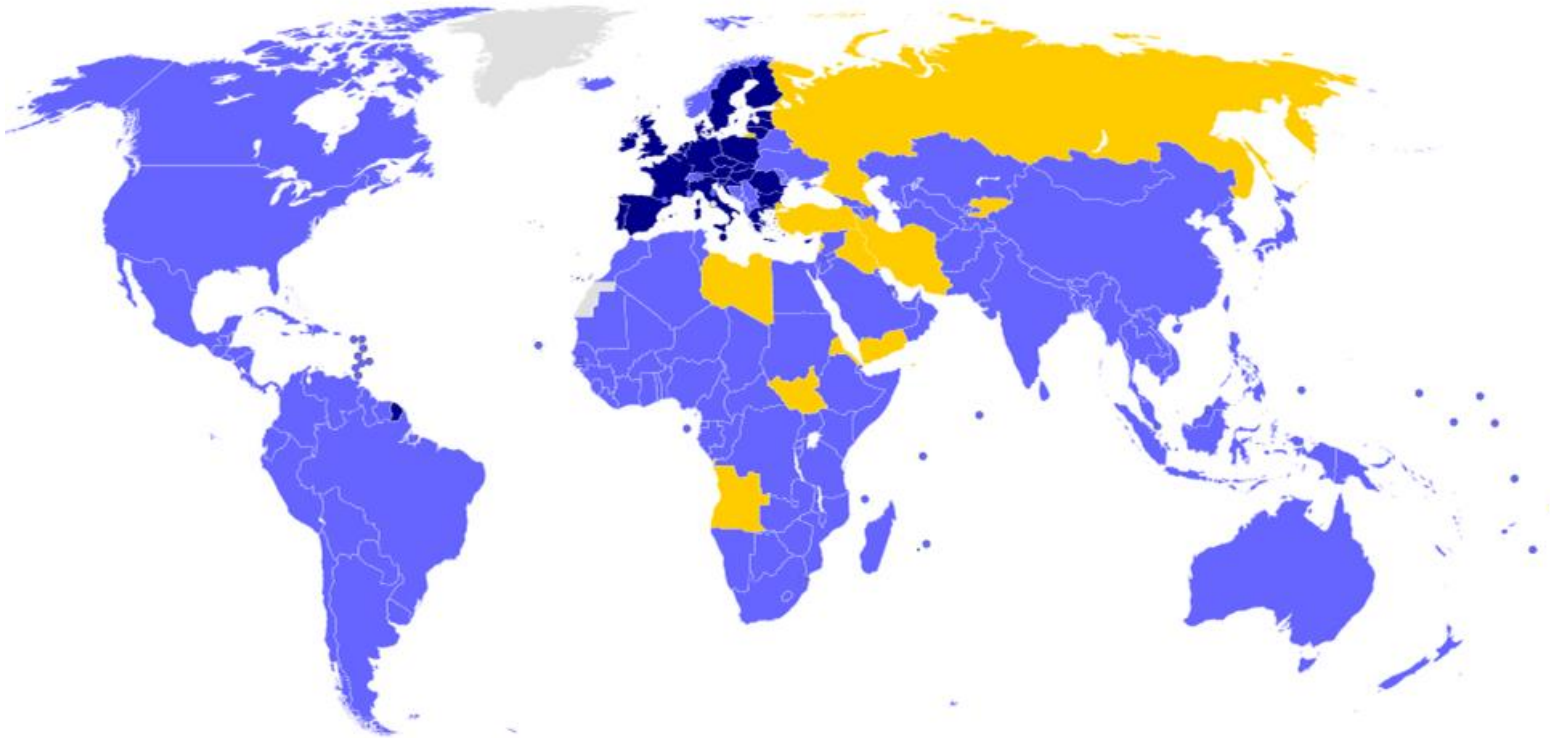
Bahan bakar untuk mesin

Tren – minyak mentah tidak bisa selamanya

- Keseluruhan sifat intrinsik terbatas dan tidak stabil dari pasokan bahan bakar fosil
- Cadangan minyak mentah sebagai "target bergerak": tidak ada kepastian pada akhir penggunaan dan produksinya
- Produksi "Puncak Minyak" Segera Tercapai?
- Menurut para ahli, tidak ada kekurangan nyata untuk bahan bakar fosil atau hidrokarbon untuk beberapa dekade mendatang
- Produksi akan semakin mahal > masalah harga
- Kesimpulan: bagaimanapun, usia fosil akan pendek!






Tindakan: Target CO2 dan Perjanjian Paris - untuk mengurangi Pemanasan Global



- Menjaga emisi CO₂ tetap rendah sehingga pemanasan global tetap dibawah **2 derajat C**
- Tujuan EU setidaknya -80% hingga -95% pengurangan CO2 hingga 2050

Perjanjian Paris:

- Negara yang tanda tangan dan mensahkan 
- Negara yang tanda tangan tetapi tidak mensahkan 
- Negara EU yang tanda tangan dan mensahkan 

Source: [CC BY-SA 4.0](#)

File: ParisAgreement.svg

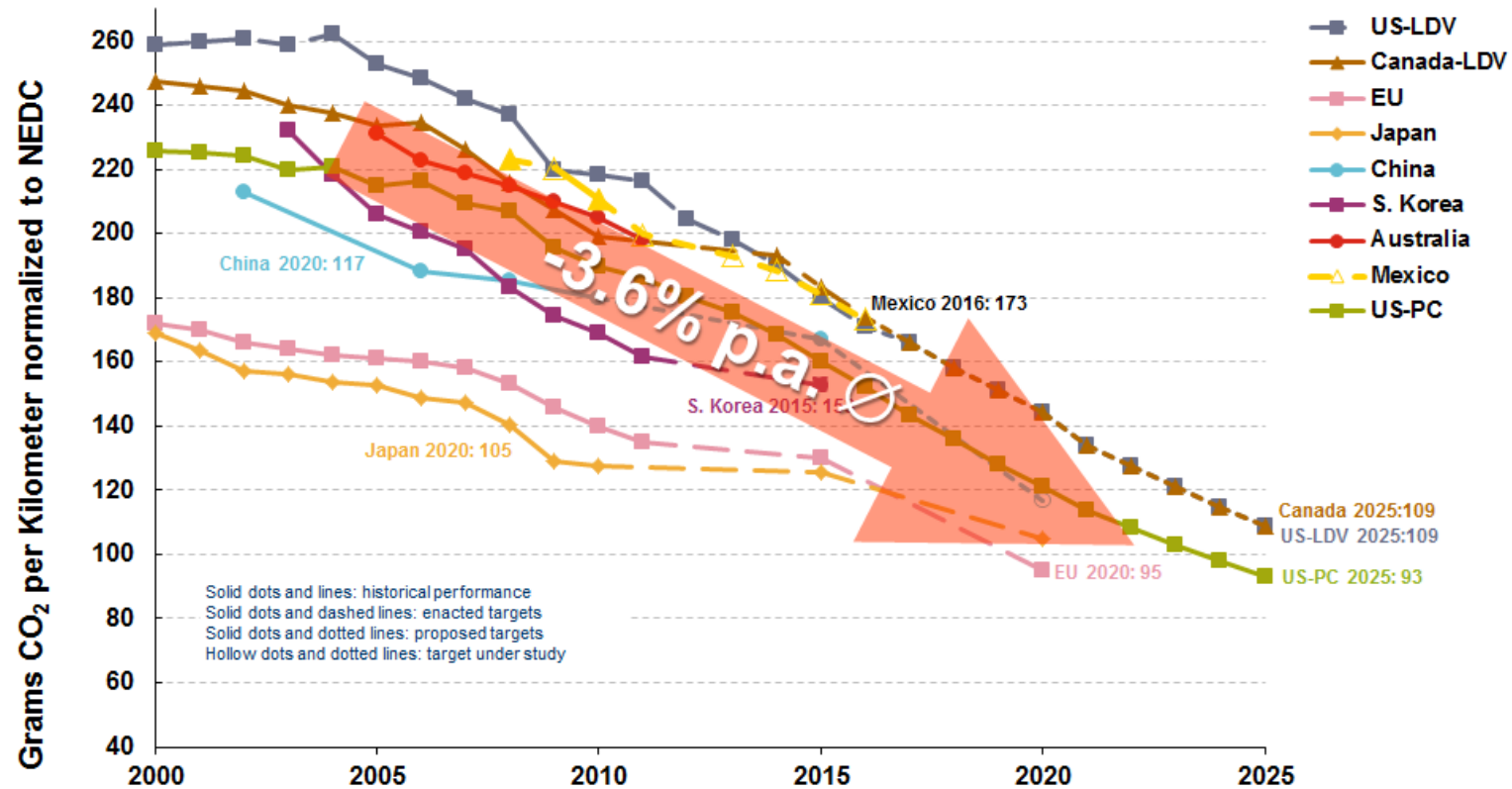
Erstellt: 22. April 2016

https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cbereinkommen_von_Paris



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Tindakan: Perundang-undangan di seluruh dunia untuk mengurangi CO₂ dari mobil

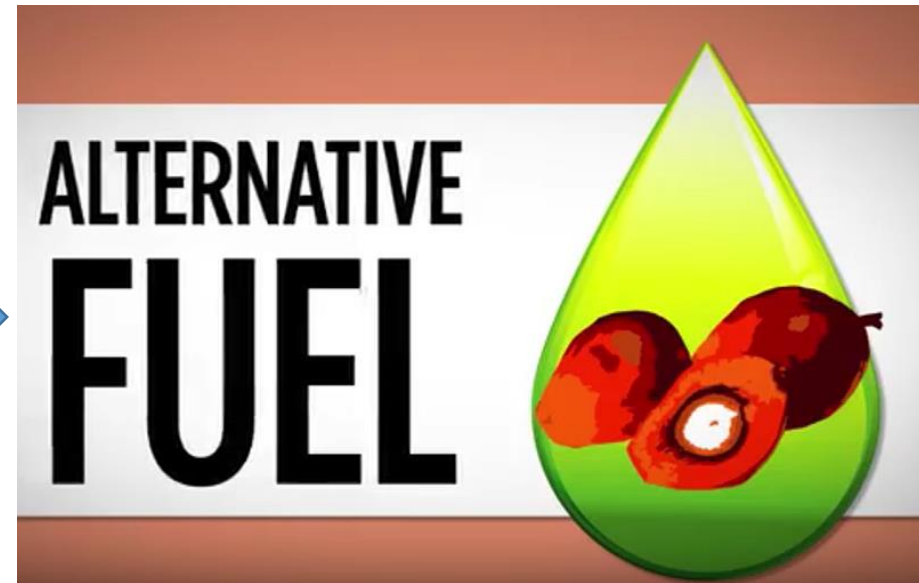


- Perjanjian di Seluruh Dunia untuk mengurangi emisi CO₂ dari mobil
- Pengurangan gradien yang diperlukan ~ 4% per tahun
- 2030 kira-kira. 60 gCO₂/km harus dicapai
- Tidak dapat dicapai dengan langkah-langkah "konvensional" dan dengan pengembangan lebih lanjut dari teknologi yang ada

Tindakan yang Diperlukan: Perubahan ke Energi terbarukan dan Bahan Bakar alternatif



Fossil Fuels



Bahan Bakar Hidrokarbon Alternatif, Ketika kepadatan energi tinggi tidak dapat dihindari (daya tinggi dalam durasi lama) :

- Truk pengangkut
- Kapal – kapal besar
- Pesawat terbang

Tindakan yang Diperlukan: Perubahan ke Energi terbarukan dan Bahan Bakar alternatif



Fossil Fuel



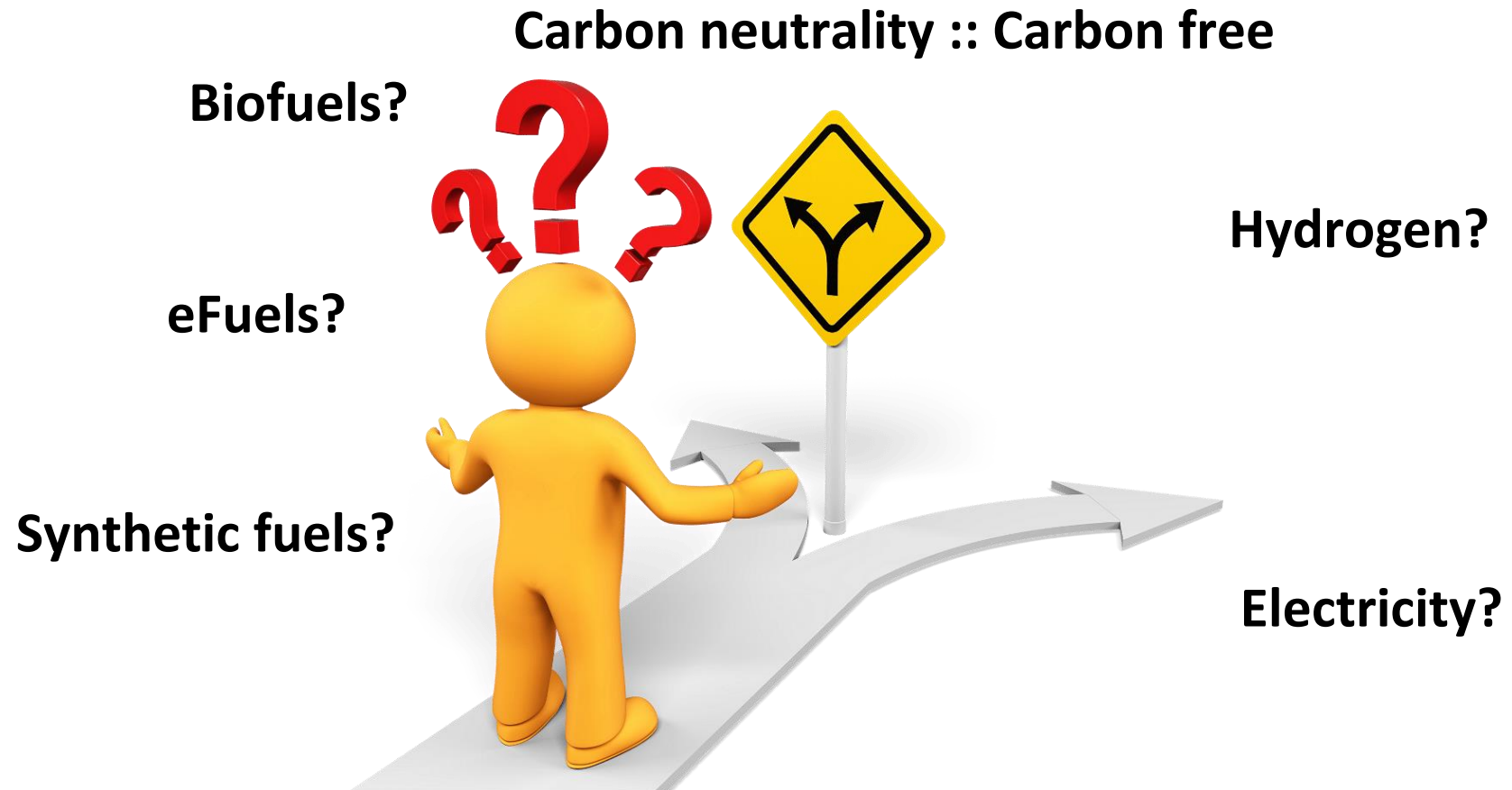
TETAPI:
Politisi ingin "mendekarbonisasi" sektor transpot



Bahan Bakar Hidrokarbon Alternatif, Ketika kepadatan energi tinggi tidak dapat dihindari (daya tinggi dalam durasi lama) :

- Truk pengangkut
- Kapal – kapal besar
- Pesawat terbang

Bahan bakar mesin -ic – Tren bahan bakar masa depan

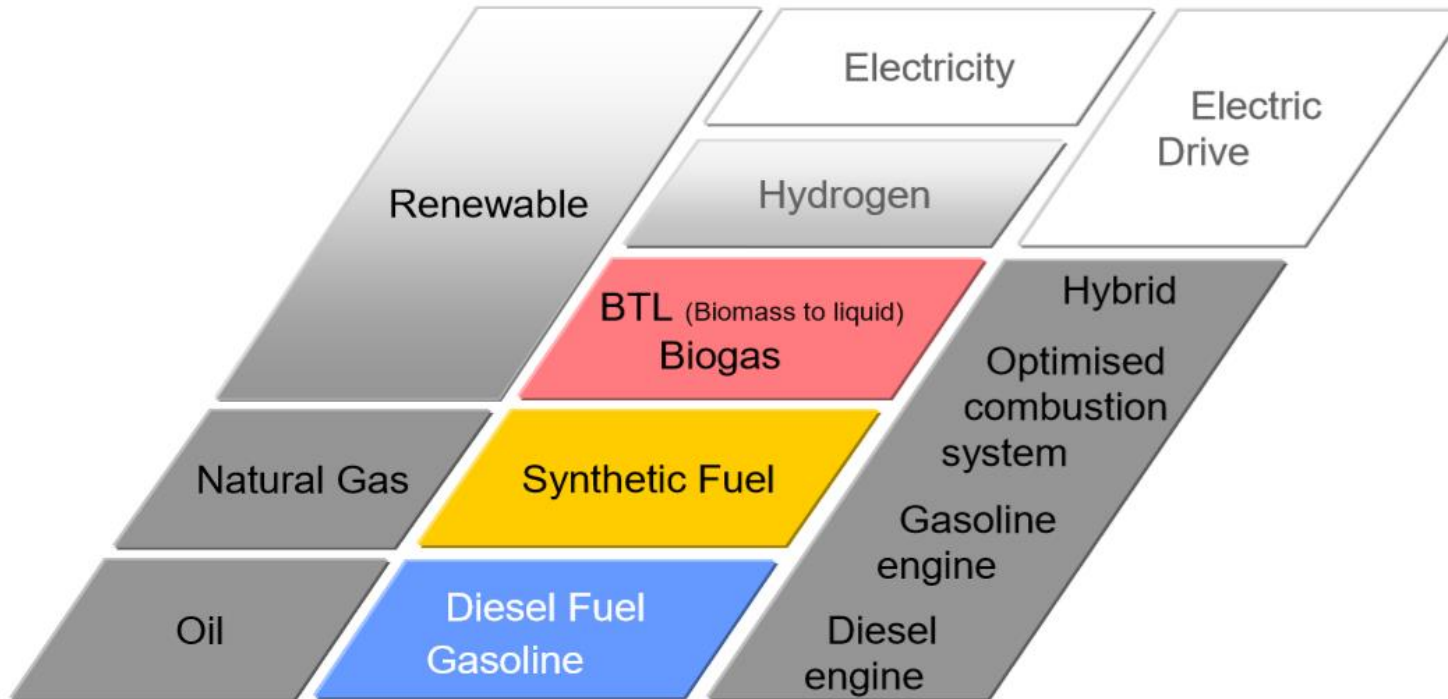


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Source:
- <http://revell-accounting.com/>

Proposal dari ERTRAC

European Road Transport Research Advisory Council



- Pilihan bahan bakar untuk masa depan
- Apakah semuanya akan digunakan??

Fuel and vehicle propulsion strategy (Source: ERTRAC)

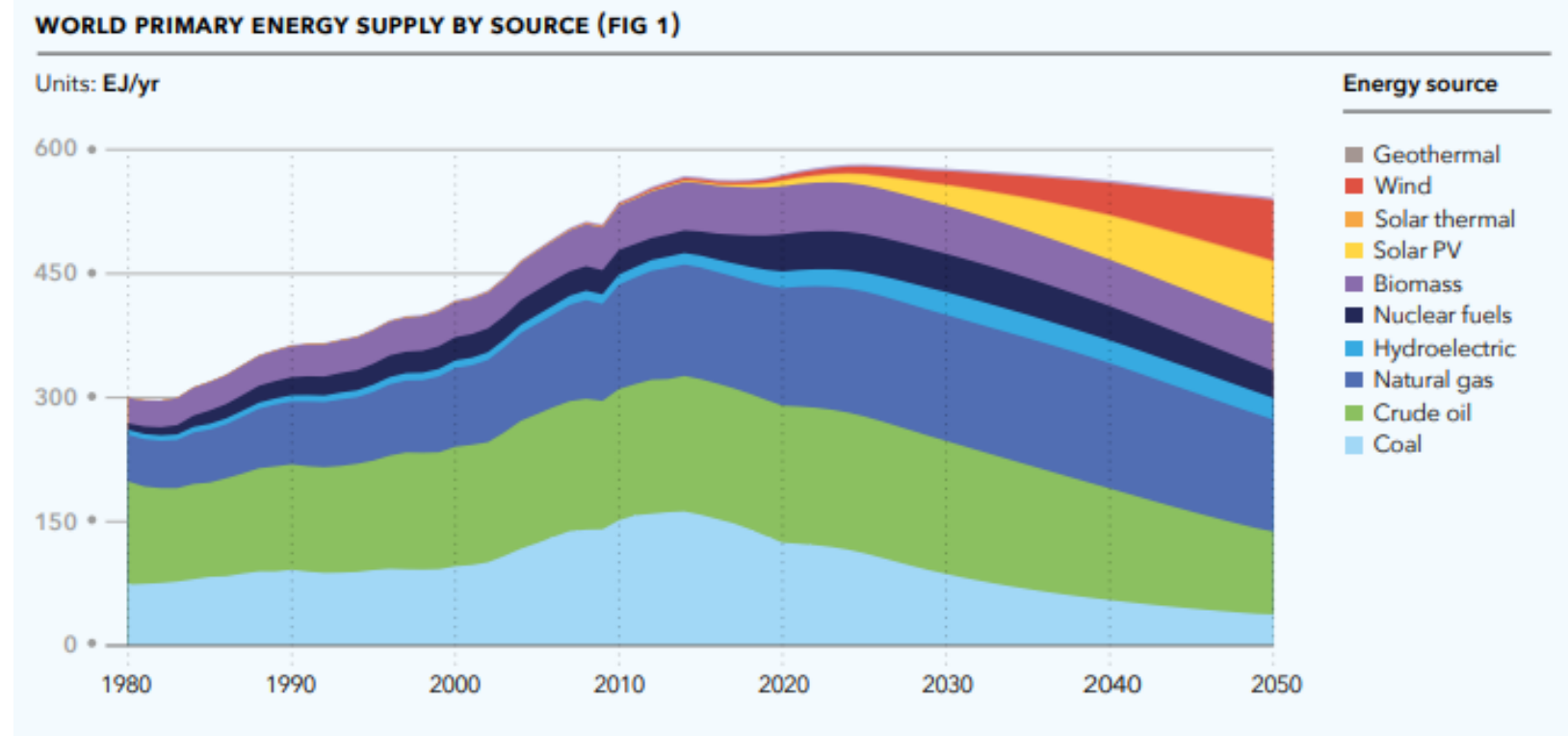


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

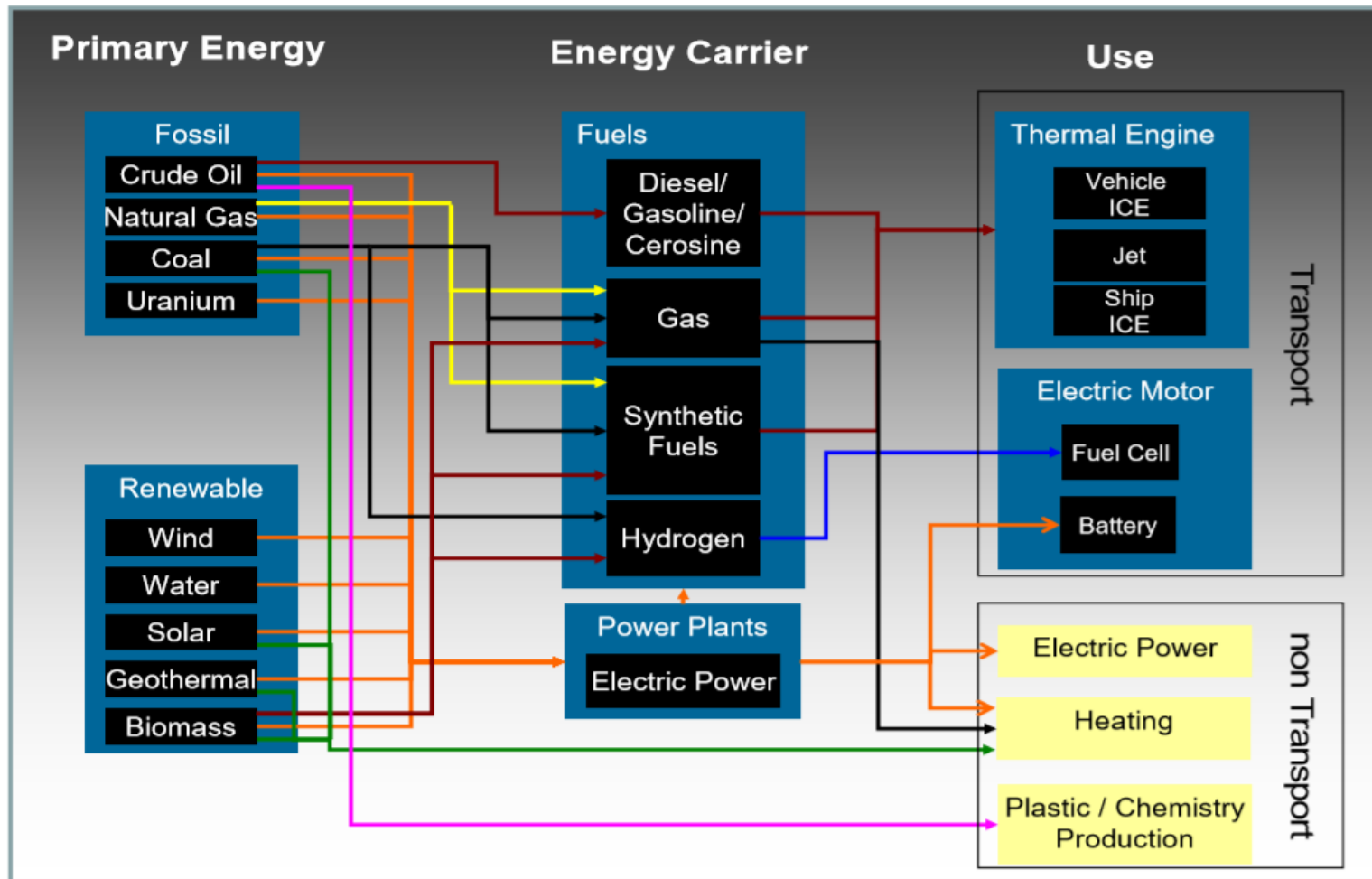
Pilihan bahan bakar mesin -ic – Tren bahan bakar masa depan

Kenaikan harga di seluruh dunia dan masalah lingkungan meningkatkan tekanan politik terhadap batu bara, bahan bakar nuklir dan pada khususnya minyak mentah . Selama beberapa dekade berikutnya, semua ahli menyetujui penggantian bertahap mereka demi:

- **Bahan bakar bio:** netralitas karbon dengan proses CO2 melingkar
- **Bahan bakar sintetis:** kemurnian lebih tinggi, jika diperoleh dari sumber terbarukan --> netralitas karbon
- **Listrik murni** dari sumber terbarukan & **Fuels** (PtG (Power to Gas))
- **Hidrogen:** diproduksi melalui hidrolisis dari sumber energi terbarukan



Jalur Bahan Bakar mana yang akan memenangkan persaingan



Bahan Bakar Transportasi Masa Depan
Laporan Kelompok Pakar Eropa
tentang Bahan Bakar Transportasi masa depan,
Januari 2011



Semua orang meminta energi terbarukan ??

Kebutuhan lahan yang dibutuhkan untuk mengemudikan kendaraan lebih dari 12.000 km per tahun

5000 m² untuk Bio-diesel plus ICE

1000 m² untuk H₂ dari Biomassa + sel bahan bakar

500 m² untuk hidrogen yang dihasilkan oleh listrik dari tenaga angin

65m² untuk Photovoltaic plus sel bahan bakar

20 m² untuk powertrain listrik fotovoltaik + baterai



Quelle: ZSW 2010



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Source: https://www.dlr.de/tt/Portaldata/41/Resources/dokumente/ec/Friedrich_Electromobilitaet.pdf

Sektor yang berbeda akan membutuhkan solusi yang berbeda



Moda transportasi yang berbeda memerlukan pilihan bahan bakar alternatif yang berbeda:

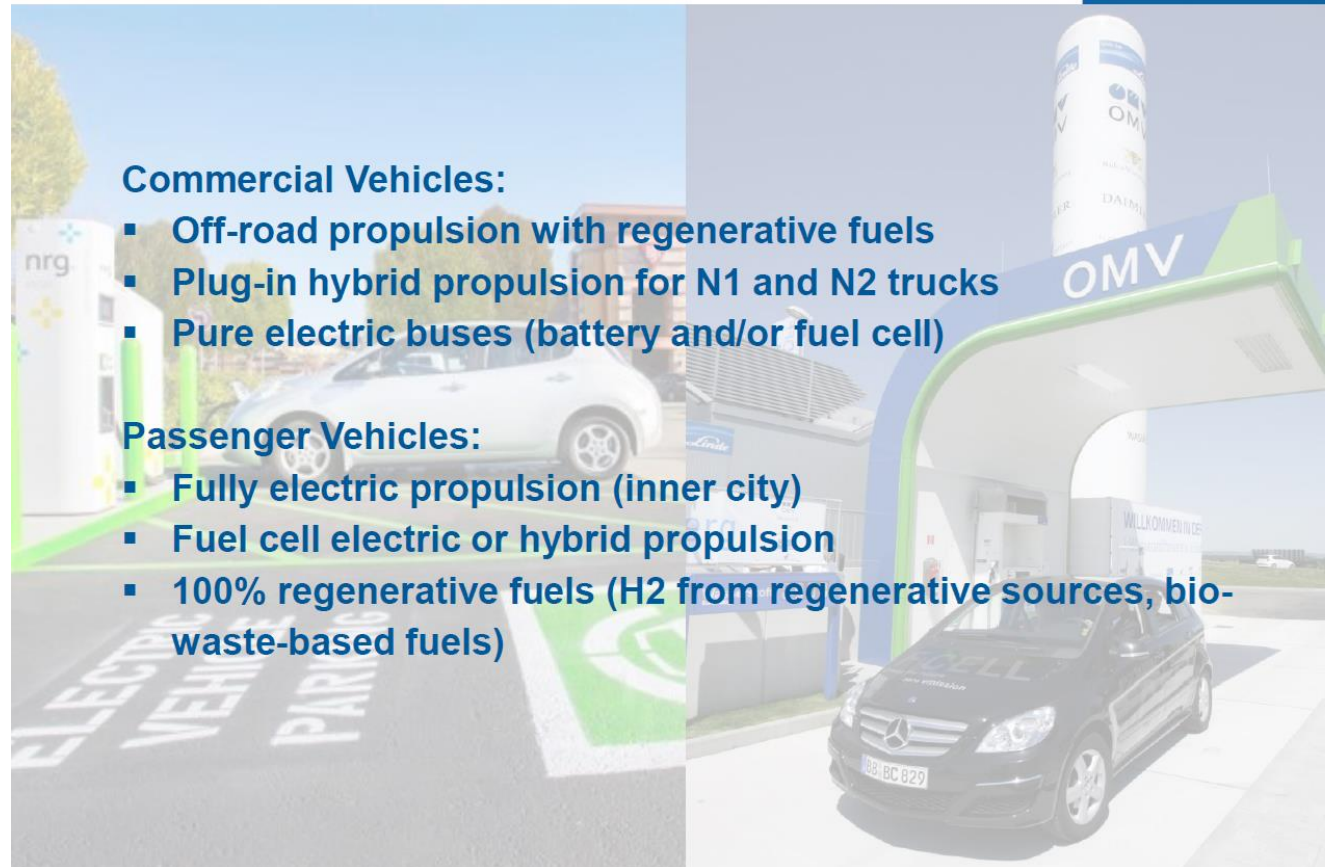
- **Transportasi darat** dapat ditenagai oleh listrik untuk jarak dekat, hidrogen dan metana hingga jarak menengah dan biofuel/bahan bakar sintetis, LNG, LPG hingga jarak jauh.
- **Kereta api** harus dialiri listrik jika memungkinkan, jika tidak gunakan biofuel atau hidrogen.
- **Penerbangan** harus dipasok dari minyak tanah yang berasal dari biomassa.
- **Transportasi melalui air** dapat dipasok oleh biofuel (semua kapal), hidrogen (saluran air pedalaman dan perahu kecil), LPG (pengiriman laut pendek), LNG dan nuklir.



Propulsi 2050 – Skenario yang mungkin terjadi



CONSEQUENCES FOR ROAD VEHICLE PROPULSION



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Source: P.Prenninger, AVL
10. A3PS Conf. Nov. 2016

Pilihan bahan bakar untuk mesin - ic



Isi :

Dasar & Ikhtisar

Bio-bahan bakar

Bahan Bakar Sintetis dan Bahan Bakar Elektron

Hidrogen



Diskusi



Pilihan bahan bakar untuk mesin -ic

– Dasar

Bahan bakar yang digunakan menentukan **jenis mesin** dan juga outputnya (daya, NVH, emisi)!

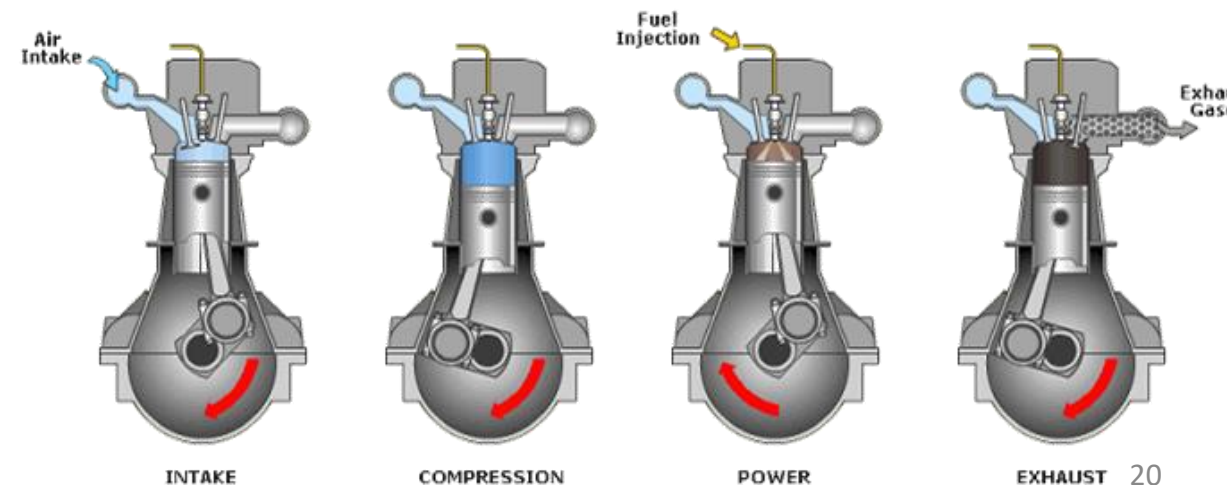
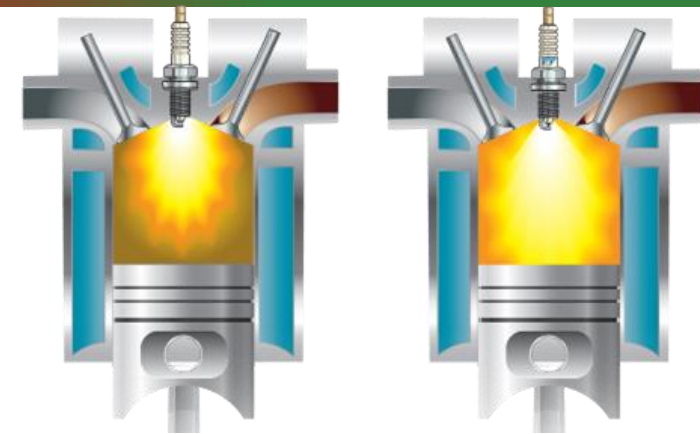
Target pembelajaran :

- Pemahaman tentang proses pengapian yang menentukan jenis mesin
- Bahan bakar apa yang ada?
- Tentukan karakteristik yang paling penting
- Pelajari sifat umum dan khusus terkait dengan mesin
- Memahami tren/ Outlook untuk bahan bakar masa depan

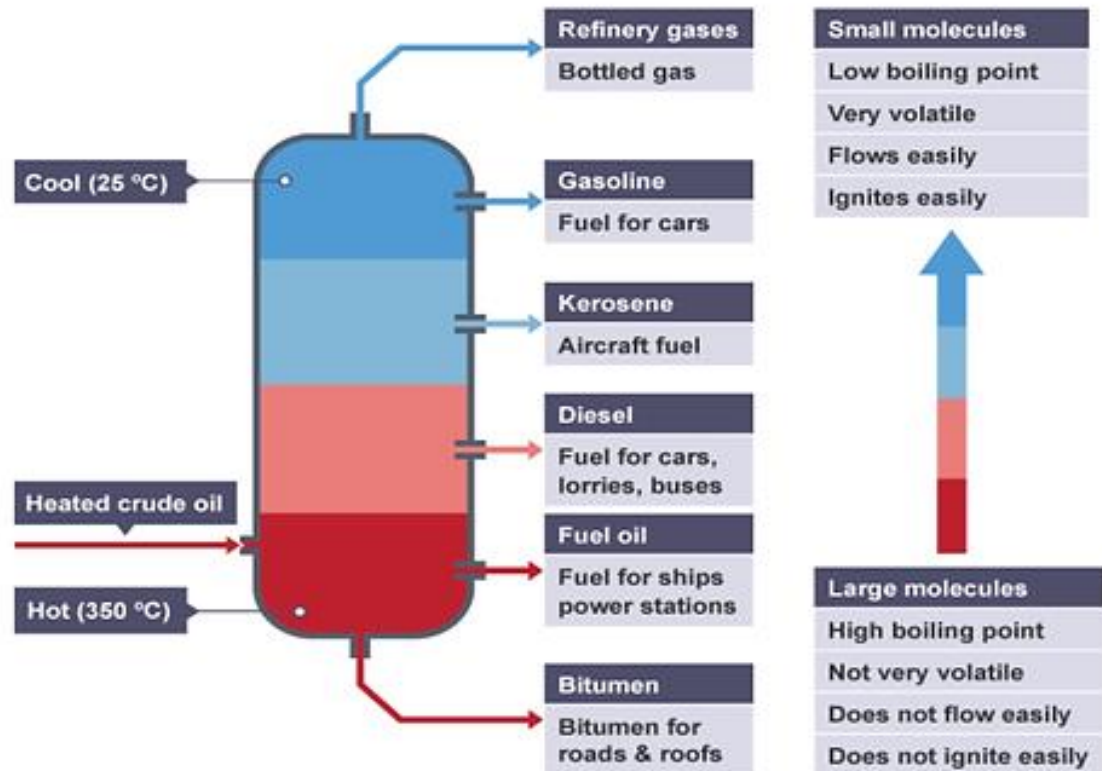


Fuel Options for different ic-Engines

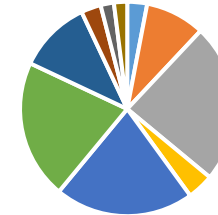
- Mesin **Spark Ignited (SI)** dapat menggunakan:
 - Gasoline
 - Alcohols: (bio-) ethanol
 - Bahan bakar gas: Compressed Natural Gas (CNG); Liquified Petroleum Gas (LPG); biogases (Methane); Hidrogen
 - Pengapian perlu didukung oleh **busi**
- Mesin **Compression ignited (CI)** dapat menggunakan:
 - Gasoline
 - Diesel, Biodiesel, Rapeseed Methyl Ester (RME); DME
 - Mengenai mesin CI, penyeteran mesin yang sangat kecil atau tidak diperlukan saat switching
 - Penyalaan sendiri ketika suhu dan tekanan cukup tinggi



Pilihan Bahan Bakar untuk Mesin - ic-- Produksi dari Minyak Mentah



Refinery products



- 3% Liquefied propane butane
- 9% Raw petroleum, naphta
- 24% Petrol/gasoline
- 4% Jet fuel, kerosene
- 21% Diesel fuel
- 21% Light heating oil
- 11% Heavy heating oil

Bahan Bakar Standar untuk mesin

Sifat Kimia

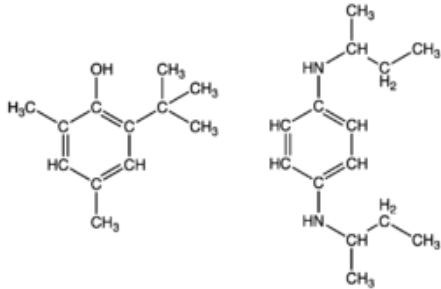


- Semua bahan bakar fosil dari minyak mentah adalah campuran dari hidrokarbon. Sifat bahan bakar ditentukan oleh parameter berikut :
 - Analisis berat/volume bahan kimia
 - Hubungan antara nomor atom C dan atom H
 - Struktur (yaitu rantai atau cincin)

Penting untuk menunjukkan bahwa **tidak ada komposisi tetap**: banyak variasi bahan bakar yang sama yang dihasilkan, tergantung pada bidang pemanfaatan. Jadi lebih baik untuk menawarkan nilai rata-rata.

Sifat rata-rata **Gasoline** :

- 87 % C dan 13% H
- $C_{7.2}H_{12.6}$
- 4-8% alkanes; 2-5%
- Sebagian besar **hidrokarbon jenuh** (4-8% alkena; 25-40% isoalkana; 3-7% sikloalkana; 1-4% sikloalkena); dan 20-50% aromatik (0,5-2,5% benzena)

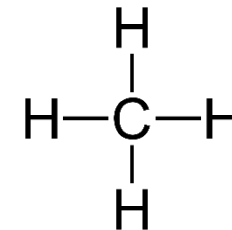


Sifat rata-rata **Diesel** :

- 85 % C ,14% H dan 1% kotoran and aditif
- $C_{12}H_{24}$ (dari $C_{10}H_{20}$ ke $C_{15}H_{28}$)
- 75% **hidrokarbon jenuh** (terutama alkana termasuk n, iso, dan sikloalkana); 25% **aromatik** (termasuk naftalena dan alkilbenzena)

Sifat rata-rata **CNG** :

- 75 % C, 25% H
- CH_4
- Antara 85 dan 99% **metana**; etana, propana, butana dan pentana dalam **jumlah kecil dan variabel**.



Sources and further reading:

- <http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/bk3/c15/Fuel%20properties.pdf>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Gasoline>
- <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp72-c3.pdf>
- <http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Diesel>
- <http://www.dynamicscience.com.au/tester/solutions1/chemistry/organic/diesels.html>
- <https://www.uniongas.com/about-us/about-natural-gas/chemical-composition-of-natural-gas>



LNG (Liquified Natural Gas)



- Gas alam cair diproduksi dengan mendinginkan gas alam hingga kira-kira. $161^{\circ} \sim -164^{\circ} \text{C}$ (112 hingga 109 K) ;
- LNG hanya memiliki 1/600 volume gas metana.
- Gas alam biasanya diangkut melalui jalur pipa ke Terminal LNG di mana ia didinginkan dan dimurnikan. Biasanya gas alam juga mengandung hidrokarbon yang "lebih berat", nitrogen, CO₂, belerang dan air. Setelah pemurnian itu didistribusikan oleh kapal tanker besar ke tujuan mereka.
- Khusus untuk transportasi dan penyimpanan LNG memiliki keunggulan yang besar dan dapat didistribusikan dalam tangki khusus.
- Di Eropa upaya besar sedang dilakukan untuk memperkenalkan LNG di navigasi pedalaman di sungai-sungai besar seperti Rhein atau Danube. Pelabuhan untuk distribusi adalah Rotterdam.
- Dalam kursus ini aplikasi truk akan datang.



LPG (Liquefied Petroleum Gas, Auto Gas)



Condition	gaseous under normal condition, liquid when pressurized
Density	0,54–0,60 kg/L (under pressure)
Calorific. Value Hu	46 MJ/kg, 12,8 kWh/kg; 24,8 MJ/L, 6,9 kWh/L
Octane No.	105-115 ROZ (depending on mixture)
Boiling Range	Propan: -42 °C, Butan: -0,5 °C
CO ₂ emission when burned	0,236 kg (CO ₂) /kWh = 1,64 kg (CO ₂) /L = 3,04 kg (CO ₂) /kg

- LPG (Liquefied Petroleum Gas) adalah produk sampingan dari rantai bahan bakar hidrokarbon, yang saat ini dihasilkan dari minyak dan gas alam, di masa depan mungkin juga dari biomassa.
- Ini adalah campuran dari Propana dan Butana
- LPG saat ini merupakan bahan bakar alternatif yang paling banyak digunakan di Eropa, menyumbang 3% dari bahan bakar untuk mobil dan menggerakkan 5 juta mobil.
- Infrastruktur inti didirikan, dengan lebih dari 27.000 stasiun pengisian umum. Solusi bahan bakar tunggal yang mencakup semua moda transportasi secara teknis dimungkinkan dengan biofuel cair dan bahan bakar sintetis.
- Tetapi ketersediaan bahan baku (fosil) dan pertimbangan keberlanjutan membatasi potensi pasokannya.



#47231903



Metana CH₄ dari Biomassa



- Di antara semua bahan bakar nabati, biogas/biometana menawarkan hasil terbaik dalam hal potensi produksi energi dan efisiensi lahan, dan juga satu-satunya yang dapat diproduksi secara efisien dari beberapa sumber yang berbeda.
- Bio-metana biasanya tidak murni dan disertai dengan kandungan CO₂ tinggi, nitrogen, senyawa belerang dan komponen lainnya. Untuk memurnikan bio-metana menyebabkan upaya tinggi dan energi tambahan diperlukan.
- Pabrik perlu memiliki besaran tertentu untuk menjamin kualitas yang konstan. Campuran gas ini mungkin diabaikan untuk tujuan pemanasan, tetapi efisiensi ICE bergantung pada kualitas bahan bakar yang konstan dan secara praktis parameter mesin tidak dapat disesuaikan "online" sepanjang waktu, jika kualitas bahan bakar berubah.
- Bio-metana dapat dicampur dengan gas alam dalam persentase berapa pun dan tanpa masalah untuk mesin kendaraan.
- Metana secara umum memungkinkan rasio kompresi yang lebih tinggi, kurang sensitif terhadap ketukan dan dengan demikian mengarah pada efisiensi termal yang lebih tinggi dari mesin ICE.



Komposisi bahan bakar gas untuk mesin besar



Gas type	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	H ₂	CO	CO ₂	N ₂	Others
Natural Gas	75-98	-	0,6-7,2	0,2-1,3	0,1-0,6	-	-	0,1-1,6	0,8-9,8	1-11
Oil accomp.Gas	60-90	-	2-20	3-15	2-10	-	-	-	-	-
Sewer Gas	60-66	-	-	-	-	0-3	-	32-33	1-5	-
Bio Gas	45-70	-	-	-	-	0-1	-	25-55	0,01-5	0-10
Landfill Gas	45-50	-	-	-	-	-	-	35-40	9-15	0-1
Wood Gas	3-7	0-2	-	-	-	6-19	9-21	11-19	42-60	-
Coke Gas	25-31	-	0-1,6	-	-	54-57	5,5-8	1,2-2,3	3,8-9,7	0-1
Furnance Gas	-	-	-	-	-	2-4	20-30	20-25	45-60	-
Mine Gas (CSM)	25-60	-	-	-	-	-	0,1-0,4	1-6	4-40	7-17



Ethanol (E5, E10 blends)

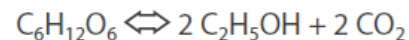


Production process

EtOH is a naturally widespread chemical, produced by ripe fruits and by wild yeasts or bacteria through fermentation. Ethanol from biomass can be produced from any feedstock containing appreciable amounts of sugar or materials that can be converted into sugar. Fermentation (biotechnology) is the predominate pathway for EtOH production. Biomass can also be converted to EtOH via biotechnological and thermochemical pathways.

Biochemical pathways

The most common raw materials are sugar cane and corn, and in temperate climates also sugar beet, wheat or potatoes. The overall fermentation process starting from glucose is:

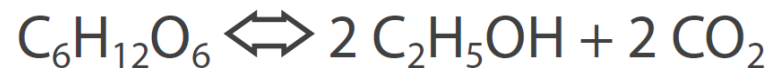


Naturally, the underlying biochemical processes are much more complicated. Adapted yeasts, for example *Saccharomyces cerevisiae* are used and fermentation can be carried out with or without the presence of oxygen. With oxygen some yeasts are prone to respiration, the conversion of sugars to carbon dioxide and water. As EtOH is a toxin, there is a limit to the maximum concentration in the brew produced by the yeasts. This results in a high energy demand for EtOH purification by distillation.

State of the Art

Global bioethanol production in 2011 has been estimated at 84.6 BI. The United States is the leading producer with 52.6 BI (62%), while Brazil produced 21.1 BI (25%). The EU-27, with a production of 5467 MI (4.6%), ranks third behind these two majors producers.

As an alternative to using sugar- and/or starch-based biomass, R&D is focused on advanced processes that use lignocellulosic materials as feedstocks. These processes have the potential to increase the variety and quantity of suitable feedstocks, including cellulosic and food-processing wastes, corn stovers and cereal straws, as well as dedicated fast-growing plants such as poplar trees and switch-grasses. Advanced processes include biomass pre-treatment to release cellulose and hemicellulose, hydrolysis to fermentable 5- and 6-carbon sugars, sugar fermentation, thermal conversion of solid residues and non-hydrolysed cellulose, and distillation of ethanol to fuel grade. In order to provide better conversions, new pretreatment schemes and innovative enzymatic processes have been investigated.



Applications

Low-percentage ethanol-gasoline blends (E5, E10) can be effectively used in most conventional spark-ignition engines with no technical changes, while modern flexi-fuel vehicles (FFV), which can run on any gasoline-EtOH mixture up to 85% EtOH (E85), are made with just a few modifications during production. The use of alcohol fuels, such as ED95, in heavy duty applications is also implemented on a limited scale.

EtOH has a series of technical advantages as a fuel for spark-ignition engines. First, EtOH has a very high octane number. This gives the fuel a strong resistance to knock which translates into the possibility of optimizing the engine by increasing compression ratio and advancing spark. Second, EtOH has a high heat of vaporization, enabling an air-cooling effect. This enhances the filling efficiency, partly offsetting its lower energy content per litre. Finally, the presence of oxygen in the ethanol molecule provides a more homogeneous fuel-air mix formation and permits low-temperature combustions with a consequent decrease in unburned or partially burned molecule emissions (HC, CO, and NOx).

Sour



ce:

European Biofuels
TECHNOLOGY PLATFORM



Methanol (dari Biomas)

Introduction

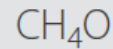
Methanol, also known as methyl alcohol, wood alcohol, or wood spirits, is often abbreviated as MeOH. It is the simplest alcohol, and is a light, volatile, colourless, flammable liquid with a distinctive odour. At room temperature it is a polar liquid. MeOH is miscible with water, petrol and many organic compounds. MeOH burns with an almost invisible flame and is biodegradable. Without proper conditions, methanol attracts water while stored. Methanol is a safe fuel. The toxicity (mortality) is comparable to or better than gasoline. It also biodegrades quickly (compared to petroleum fuels) if spilled.

State of the Art

MeOH has grown into one of the largest chemical synthesis feedstocks. Key uses include production of formaldehyde, MTBE/TAME (petrol additives), acetic acid, DME and olefins and direct use as a petrol blend component.

In 2007 the world production of MeOH amounted to 40 million tonnes with a forecast compound annual growth rate of 4.2 % for the period 2008-2013 excluding captive production for the methanol-to-olefins (MTO) route. Today, methanol from biomass is produced through gasification of glycerine, a by-product of biodiesel production, by BioMCN in the Netherlands. The thermochemical conversion of syngas to methanol is well known from fossil feedstocks and the basic steps are not different for biomass. The main issue faced is the economic feasibility of gasification of biomass at elevated pressures and conditioning of the raw synthesis gas.

Molecular Formula



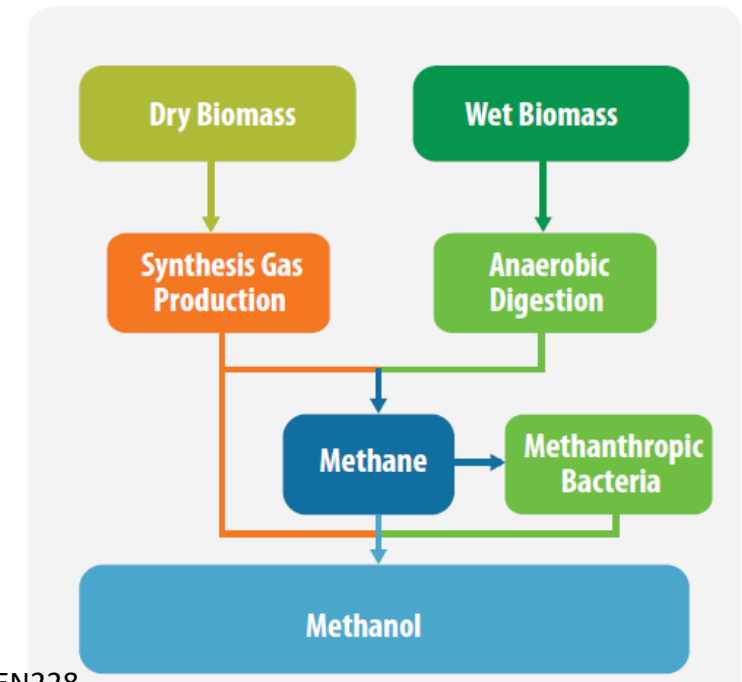
Comparison of Fuel Properties

Property	Methanol	Petrol
Density at 20 °C [kg/l]*	0.79	0.74
Lower heating value [MJ/kg]*	19.7	43.9
Octane number	>110	92
Fuel equivalence	0.48	1
GHG [gCO ₂ eq/MJ]**	Waste wood methanol: 5 Farmed wood methanol: 7	

Source: *FNR 2012. Median values are used for simplification. Please refer to standards for ranges. ** Directive 2009/28/EC, total for cultivation, processing, transport and distribution

Production process

In nature MeOH is produced via anaerobic metabolism by many bacteria. It is also formed as a by-product during the ethanol fermentation process. MeOH also occurs naturally in many plants, especially in fruits. MeOH is mainly synthesized from natural gas, but also from coal, mainly in China and South Africa. Biomass can be converted to MeOH via thermochemical and biotechnological pathways as shown in the following diagram.



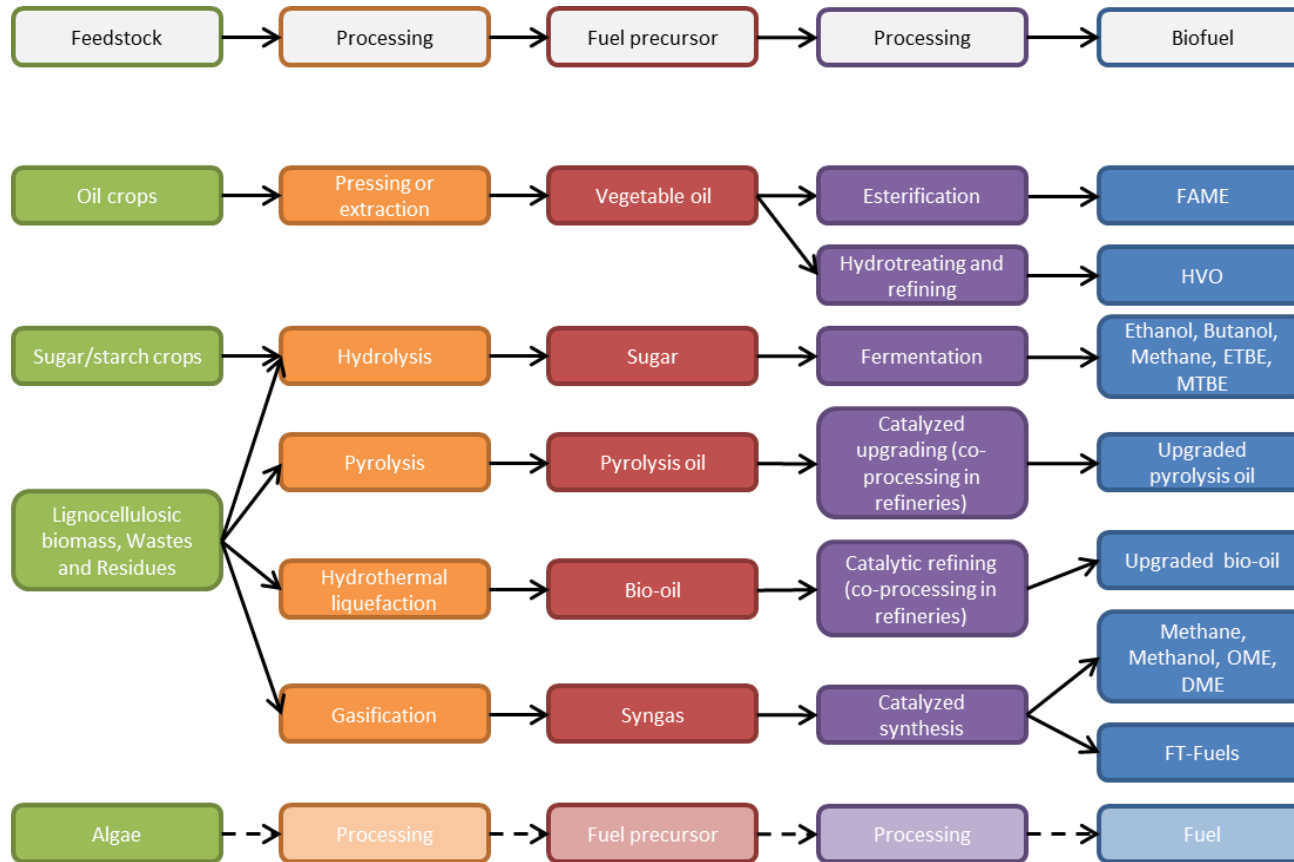
Sour



European Biofuels
TECHNOLOGY PLATFORM

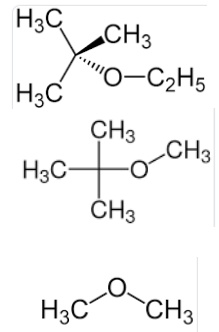
Blends up to 3 % as
per current EU standard EN228

Overview Production of Renewable Bio - Fuels



Legend

- FAME Fatty Acid Methyl Esters
- HVO Hydro-treated Vegetable Oil
- ETBE Ethyl-tert-butylether
- MTBE Methyl-tert-butylether
- OME Polyoxymethylenedimethylether
- DME Dimethylether
- FT-Fuel Fischer-Tropsch Process



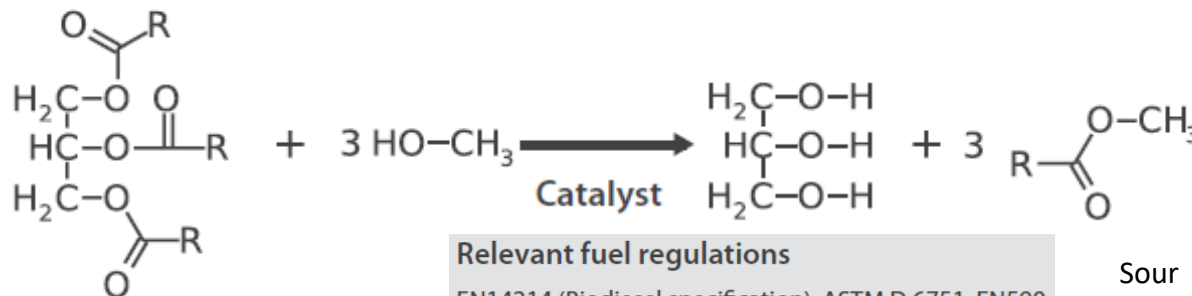
Source: A3PS Roadmap 2018

FAME – Fatty Acid Methyl Esters

Production process

FAME is produced from vegetable oils, animal fats or waste cooking oils by transesterification. In the transesterification process a glyceride reacts with an alcohol in the presence of a catalyst, forming a mixture of fatty acids esters and an alcohol. Using triglycerides results in the production of glycerol.

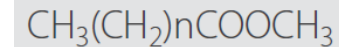
Transesterification is a reversible reaction and is carried out by mixing the reactants. A strong base or a strong acid can be used as a catalyst. At the industrial scale, sodium or potassium methanolate is mostly used. The following reaction occurs:



Relevant fuel regulations
EN14214 (Biodiesel specification), ASTM D 6751, EN590



Molecular Formula



Comparison of Fuel Properties

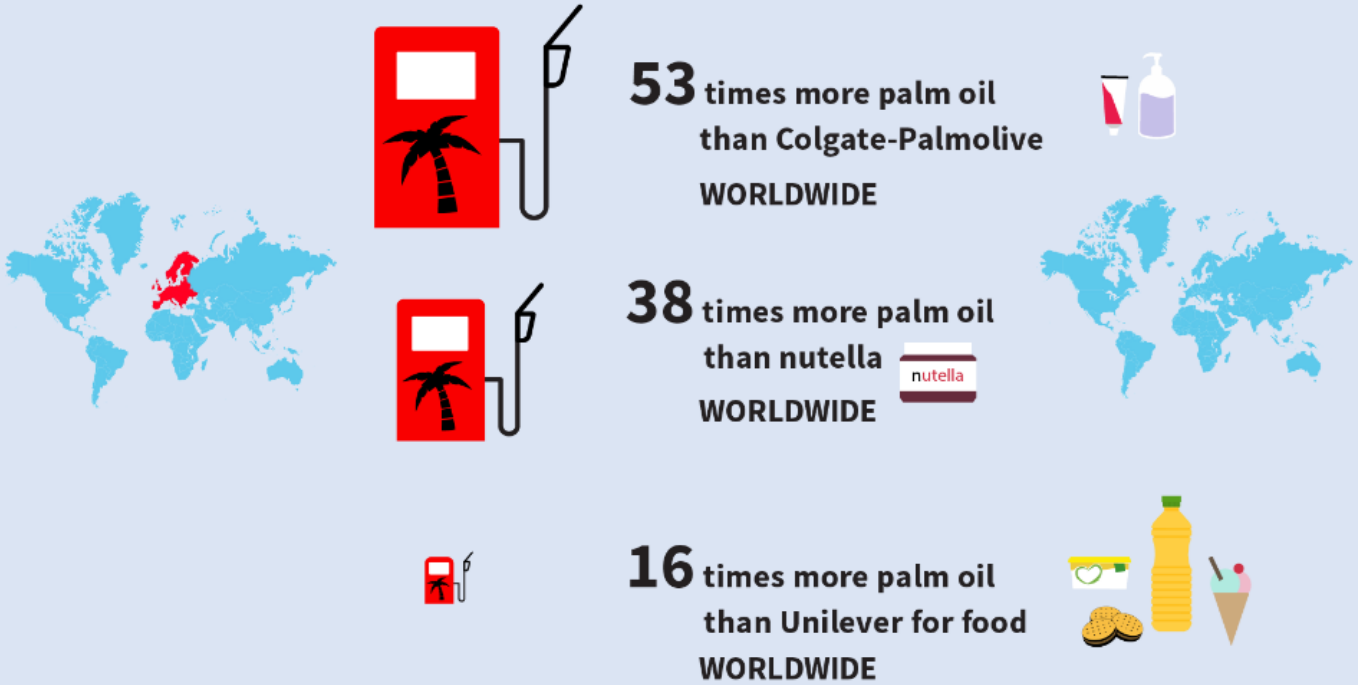
	FAME	Diesel
Density at 20 °C [kg/l]*	0.88	0.83
Lower heating value [MJ/kg]*	37.1	43.1
Viscosity at 20 °C [mm ² / s]*	7.5	5.0
Cetane number*	56	50
Fuel equivalence*	0.91	1
GHG [gCO ₂ eq/MJ]**	Rape seed biodiesel: 46 Waste vegetable or animal oil biodiesel: 10 Palm oil biodiesel (process not specified): 54	

Source: FNR 2012. * Median values are used for simplification. Please refer to the standards for ranges. ** Directive 2009/28/EC, total for cultivation, processing, transport and distribution

Siapa yang menggunakan Minyak Sawit di Eropa?

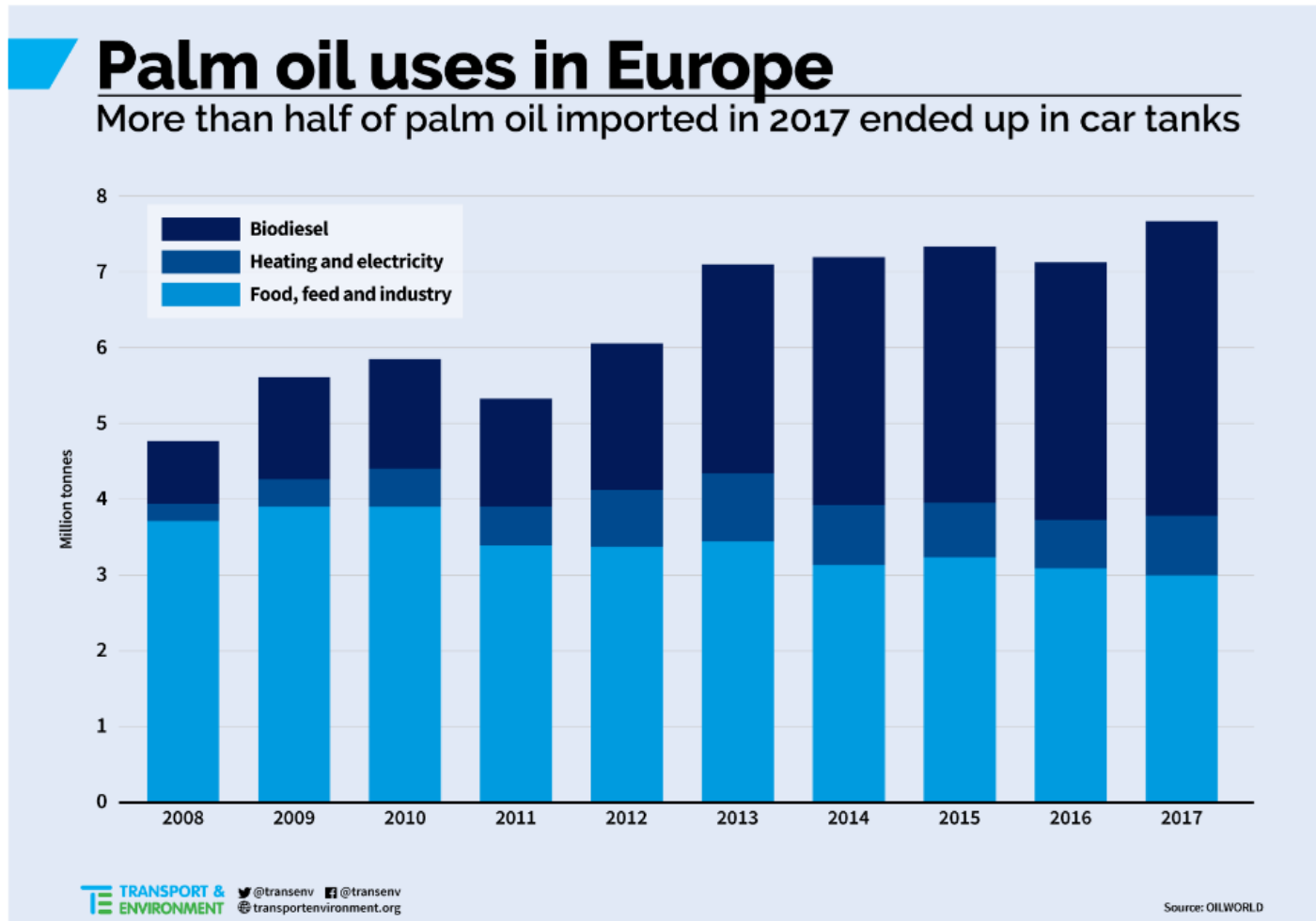
PalM oil use in Europe's cars: comparisons

EU CARS USE:



- Minyak sawit banyak digunakan sebagai bahan bakar di Uni Eropa, dan telah menjadi isu politik!

Fame: Penggunaan bahan bakar minyak sawit meningkat!



Banyak digunakan di UE, minyak sawit memiliki reputasi sebagai berikut:

- tidak berkelanjutan
- Bersaing dengan hutan hujan (terutama di Amerika Selatan, Indonesia, Malaysia)
- Kerusakan lingkungan ini mengancam keanekaragaman hayati dan meningkatkan emisi gas rumah kaca

Source: Transport and Environment
Square de Meeus, 18
B-1050 Brussels, Belgium
<https://www.transportenvironment.org/what-we-do/biofuels/why-palm-oil-biodiesel-bad>



Ambivalensi dengan Minyak Sawit



- Minyak sawit adalah Dr. Jekyll dan Mr. Hyde dari biofuel. Di satu sisi, minyak sawit, yang diekstraksi dari buah pohon sawit, merupakan salah satu bahan bakar **biodiesel** paling hemat energi di pasaran.
- **Mesin diesel** tidak perlu dimodifikasi untuk menggunakan biodiesel minyak sawit, dan biodiesel dari minyak sawit melepaskan lebih sedikit karbon dioksida ke atmosfer daripada **bensin**.
- Ditambah lagi, kelapa sawit membantu perekonomian Malaysia dan Indonesia, di mana sebagian besar perkebunan kelapa sawit berada.
- Namun, para petani di Malaysia dan Indonesia membakar ribuan hektar hutan hujan setiap hari untuk memberi ruang bagi lebih banyak perkebunan kelapa sawit. Penghancuran ini mengancam ekosistem yang sudah rapuh dan menempatkan ribuan spesies tumbuhan dan hewan dalam bahaya [sumber: **Brune**].

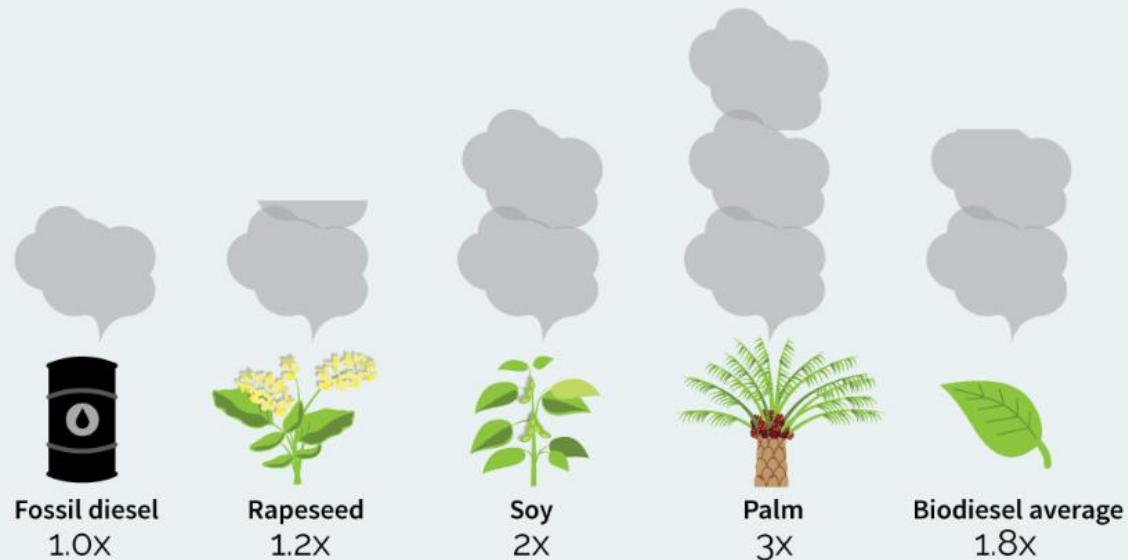
Ambivalensi dengan Minyak Sawit



II

Biodiesel: cure worse than the disease

Fossil diesel emissions vs first-generation biodiesel



Globiom forecasts these biodiesels will account for 57% of the total EU biofuels market in 2020
Source: Lifecycle analysis by Transport & Environment based on Globiom study (2016)

- Untuk memenuhi kebutuhan Eropa saat ini akan biodiesel minyak sawit, dibutuhkan 4.300.000 hektar lahan di daerah tropis
- Luas itu sama dengan sisa hutan hujan dan lahan gambut Kalimantan, Sumatera, dan semenanjung Malaysia
- Pada 1/2018, Parlemen Eropa mengusulkan untuk mengakhiri subsidi publik untuk penggunaan biofuel minyak sawit pada 2021, pada 6/2018 diputuskan untuk menghentikan secara bertahap dukungan untuk biofuel dengan emisi CO2 tinggi seperti minyak sawit pada 2030.
- Tentu saja perhitungannya tergantung pada faktor-faktor yang dipilih secara relatif untuk mengubah penggunaan lahan dan mungkin tidak sepenuhnya adil bagi negara-negara Indonesia
- Hal ini bahkan menyebabkan “perang dagang kecil” antara negara Indonesia dan Uni Eropa



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

WWF Video



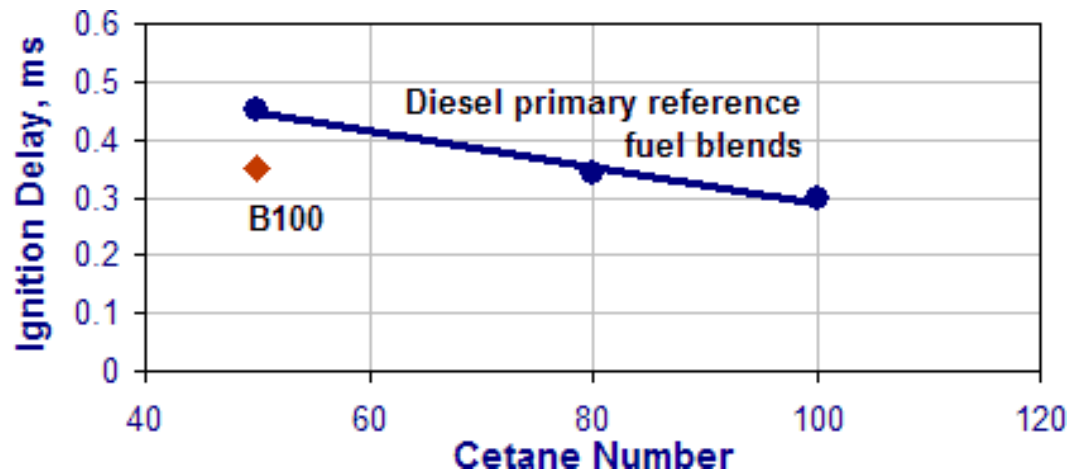
-
- <https://www.youtube.com/watch?v=7BRGj0DwYwA>



Perilaku Umum Bahan Bakar Seperti Diesel Teroksigenasi di Mesin



- Bahan bakar seperti diesel dengan kandungan oksigen yang lebih tinggi membakar sangat bersih (tanpa emisi jelaga), tetapi juga menghasilkan lebih banyak NOx karena suhu pembakaran lokal yang lebih tinggi (yang dapat dikompensasikan dengan tingkat EGR yang lebih tinggi).
- Penundaan pengapian juga berkurang dengan meningkatnya angka Cetane!
- Kualitas dan efisiensi pembakaran meningkat!



Minyak nabati yang diolah dengan air (HVO), dengan jenis yang serupa sifat parafin, dapat diproduksi dengan Hydrotreating minyak nabati dan lemak hewani.



Hidrokarbon sintetis cair



Introduction

Hydrocarbons are organic compounds consisting of hydrogen and carbon. There are many sub-groups: paraffins, such as alkanes, alkenes, alkynes, naphthenes, such as cycloalkanes, and aromatics, such as xylene and benzene, as well as many other related compounds consisting of hydrogen, carbon, nitrogen and sulphur.

Hydrocarbon fuels produced from biomass are called biofuels. When the fuels are produced via extensive processing, such as the xTL routes, they are generically called synthetic fuels.

See page two for Production Process and Applications.

State of the Art

Currently, there is no large-scale production of BtL fuels in Europe. The research project OPTFUEL, led by the Volkswagen Group, aims at demonstrating the production of BtL-based fuels made from wood and wood residues. In the OPTFUEL project fast growing biomass like willow or poplar are used as feedstock. The development of BTL production technology is still in progress and is not yet competitive.

Sour



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Relevant fuel regulations

EN 590 (diesel fuel)
ASTM D7566 (50% FT fuel in Jet-A1)

Molecular Formula

C_xH_y (general), C_nH_{2n+2} (alkanes)

Comparison of Fuel Properties

	BtL**	Diesel
Density at 20 °C [kg/l]*	0.76	0.83
Lower heating value [MJ/kg]*	43.9	43.1
Viscosity at 20 °C [mm ² / s]*	4.0	5.0
Cetane number*	>70	50
Fuel equivalence*	0.97	1
GHG [gCO ₂ eq/MJ]*	n.a.	

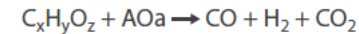
Source: FNR 2012. * Median values are used for simplification. Please refer to the standards for ranges. ** Figures based on FT.

in the production of syngas:

- low temperature gasification
- high temperature gasification
- endothermic entrained bed gasification

After gas conditioning the Fischer-Tropsch process is then used to convert the synthesis gas into a crude product which is further processed using hydrocracking into products such as the automotive fuel SunDiesel™.

1. Gasification – to produce raw syngas:



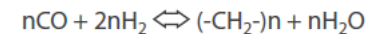
Exact reactions are multifold, e.g. any sulphur becomes H₂S and COS

2. Syngas conditioning – to achieve correct gas quality:



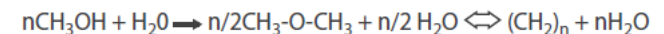
and removal of CO₂, and any H₂S and COS

3. Synthesis via a type Fischer-Tropsch process:



or

synthesis via a Methanol-to-Gasoline process:



4. Product preparation – to achieve desired properties:

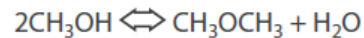
DME Dimethyl ether



Production process

DME is primarily produced by converting natural gas, organic waste or biomass to synthesis gas (syngas). The syngas is then converted into DME via a two-step synthesis, first to methanol in the presence of catalyst (usually copper-based), and then by subsequent methanol dehydration in the presence of a different catalyst (for example, silica-alumina) into DME.

The following reactions occur:



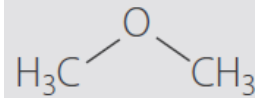
Relevant fuel regulations

EN 228, EN 15736

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Molecular Formula



Comparison of Fuel Properties

Property	DME	Diesel
Density at 20 °C [kg/l]*	0.67	0.83
Lower heating value [MJ/kg]*	28.4	43.1
Cetane number*	60	50
Fuel equivalence*	0.59	1
GHG [gCO ₂ eq/MJ]**	Waste wood DME: 5 Farmed wood DME: 7	

Source: FNR 2012. * Median values are used for simplification. Please refer to the standards for ranges. ** Directive 2009/28/EC, total for cultivation, processing, transport and distribution

Introduction

Dimethyl ether (typically abbreviated as DME), also known as methoxymethane, wood ether, dimethyl oxide or methyl ether, is the simplest ether. It is a colourless, slightly narcotic, non-toxic, highly flammable gas at ambient conditions, but can be handled as a liquid when lightly pressurized. The properties of DME are similar to those of Liquefied Petroleum Gas (LPG). DME is degradable in the atmosphere and is not a greenhouse gas.

Applications

Due to its good ignition quality, with a high cetane number, DME can be used in diesel engines as a substitute for conventional diesel fuel. However, compared to diesel fuel DME has a lower viscosity (insufficient), and poor lubricity. Like LPG for gasoline engines, DME is stored in the liquid state under relatively low pressure of 0.5 MPa. This helps to limit the number of modifications required to the engine. Still, some slight engine modifications are necessary, primarily relating to the injection pump and the installation of a pressure tank, similar to that for LPG. The fuel line must also be adapted with specific elastomers.

DME in diesel engine burns very cleanly with no soot.

The infrastructure of LPG can be used for DME. As part of the FP7 project BioDME, under the leadership of the Volvo Group, DME production is being optimized, especially for use as a transport fuel.

DME Dimethyl ether



The following reactions occur:



State of the Art

The DME demonstration plant in Piteå, Sweden, which was put into operation in 2010, is the only gasification plant worldwide producing high-quality synthesis gas based on 100% renewable feedstocks. The raw material used is black liquor, a high-energy residual product of chemical paper and pulp manufacture which is usually burnt to recover the spent sulphur.



BioDME plant with DME log truck in foreground © Chemrec 2011

Major stakeholders

Volvo Group, Sweden

Chemrec, Piteå, Sweden

Haldor Topsøe, Kgs. Denmark

Preem, Sweden

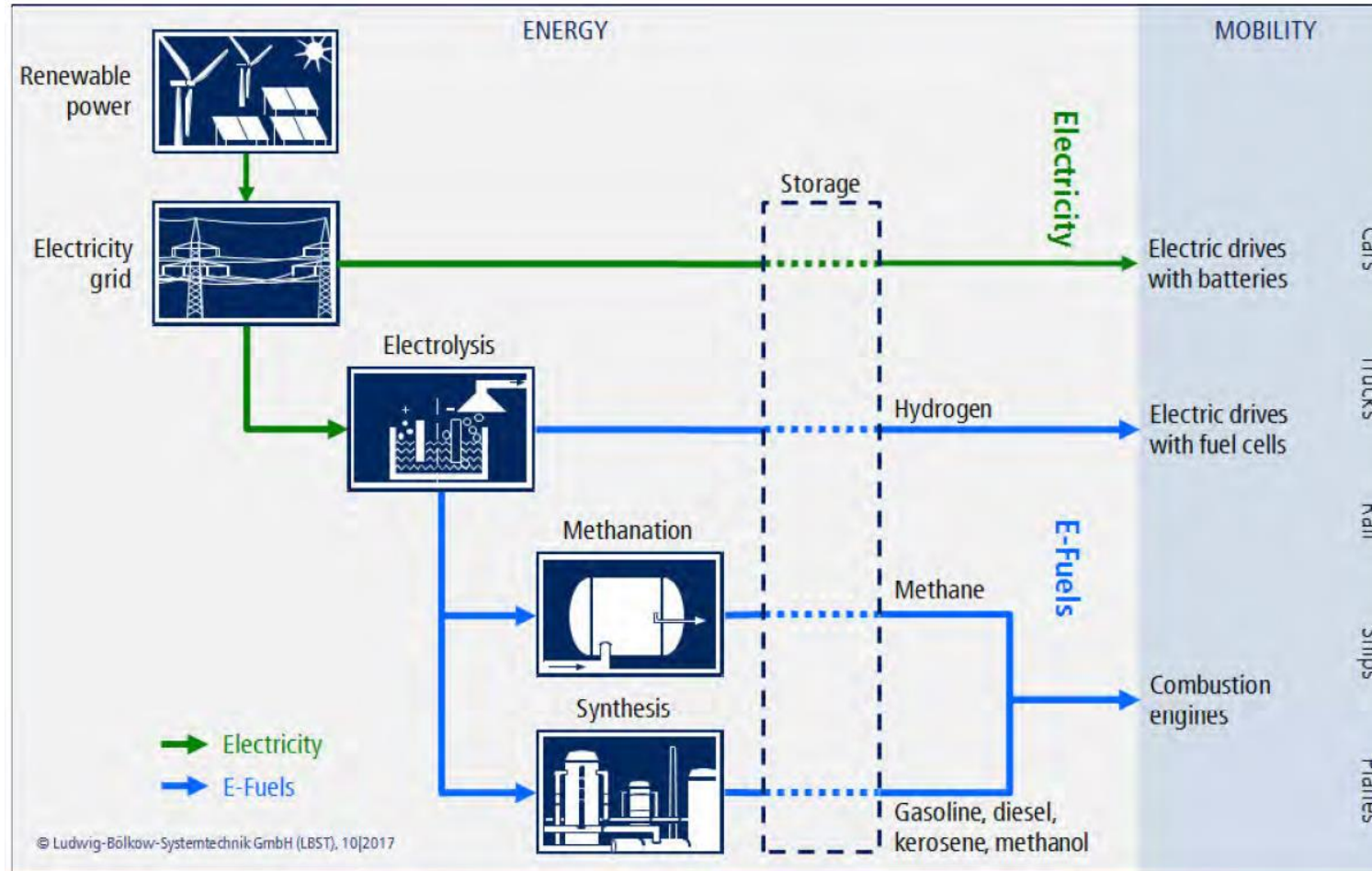
Total, France



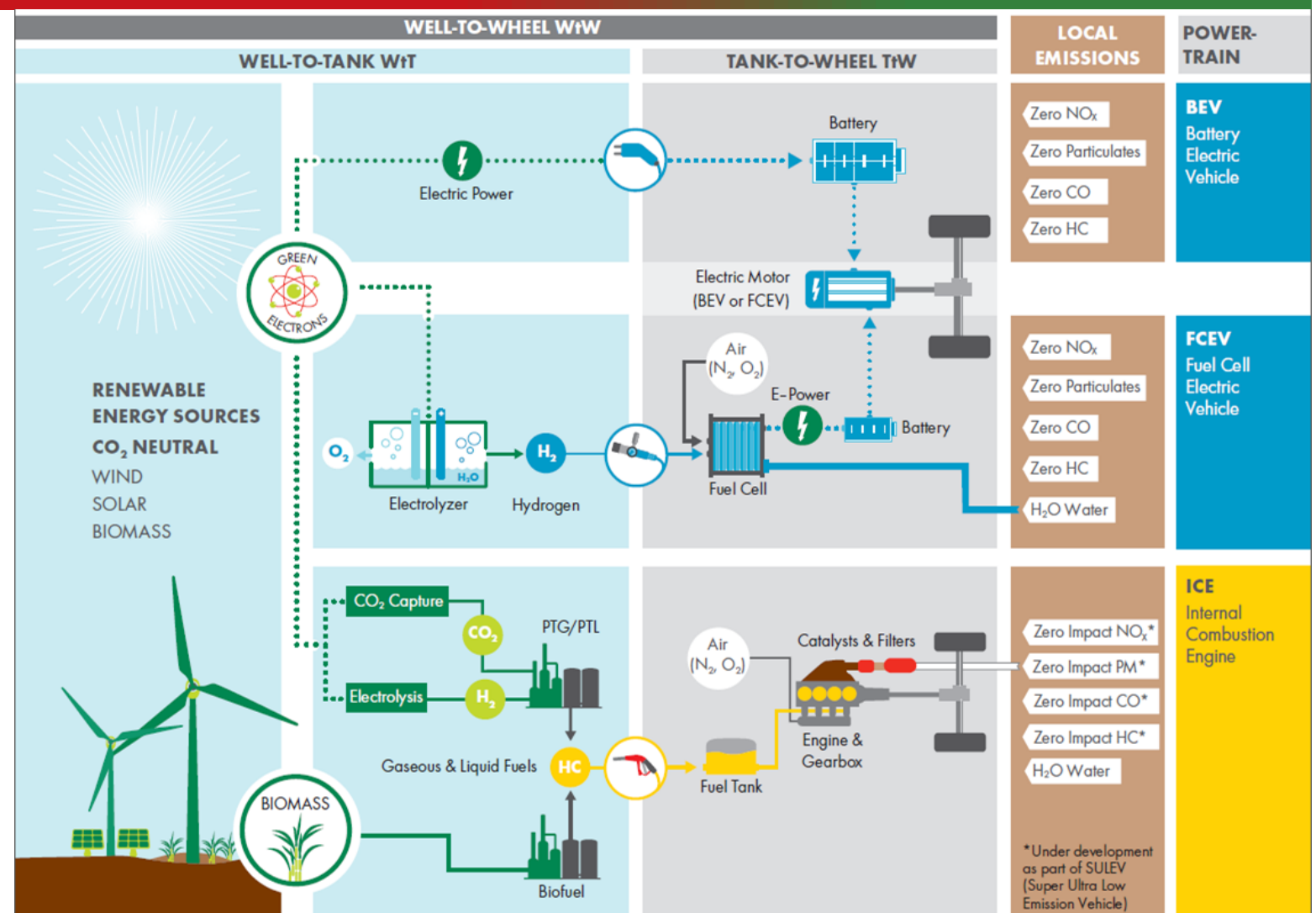
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



E-Fuels – solusi (jangka panjang)??



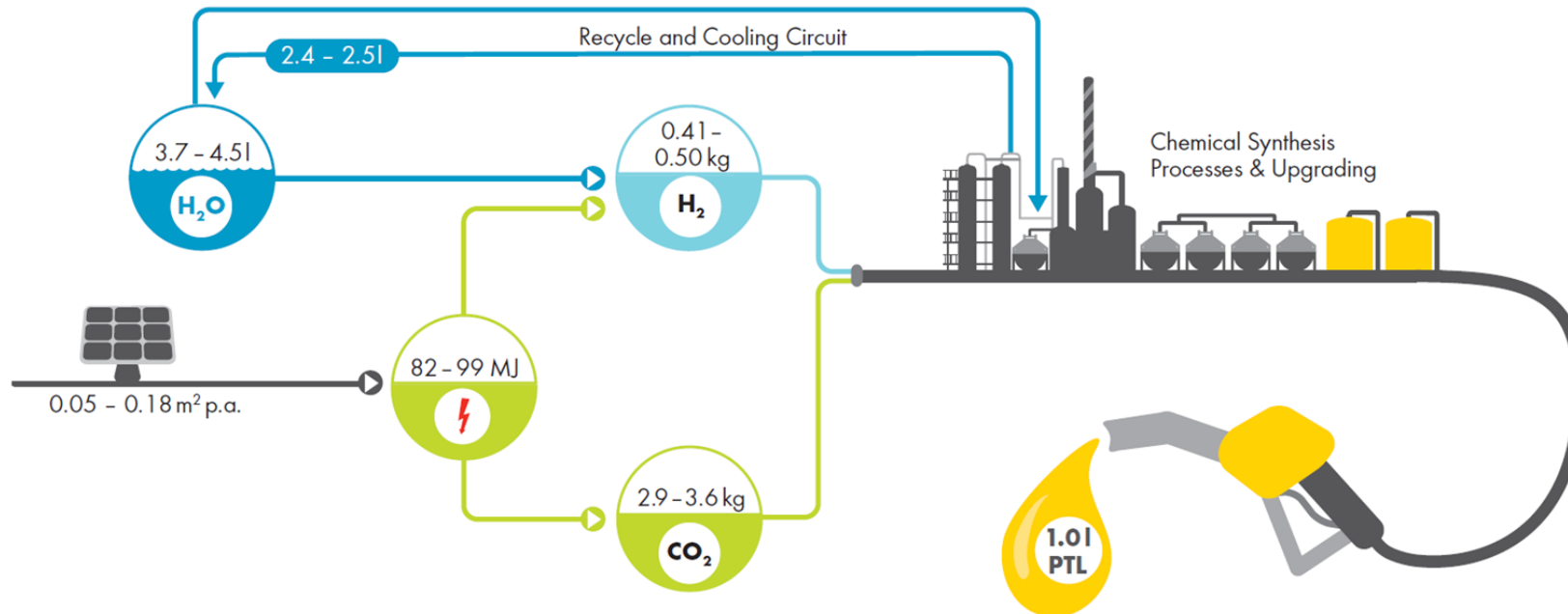
Bahan Bakar Sintetis– E-Fuels



Source: The road to sustainable fuels as basis for Zero Emission Mobility 2018 Vienna Engine Symposium, Shell Warnecke et.al & ÖVK Publication Pdf: 2018_roadtoZEm_Warnecke_Shell_ÖVK.pdf

Power to Liquid – Energi yang dibutuhkan

4 RESOURCES REQUIRED FOR POWER-TO-LIQUIDS PRODUCTION



Average amounts of energy and feedstock needed to produce 1 litre of an average PTL fuel (decane), which could be either diesel (FT route) or gasoline (methanol route). Efficiencies are those of a PTL plant in 2030. Synthesis processes comprise Reverse Water-Gas Shift and Fischer-Tropsch steps or Reverse Water-Gas Shift, Methanol Synthesis and Methanol-to-Gasoline steps. Upgrading is included.

Bahan Bakar Sintetis– E-Fuels



- **E-Fuel** adalah bahan bakar sintetis, yang diproduksi melalui listrik dari air dan CO₂ => Power-to-Fuel
- Teknologi ini dapat menghasilkan bahan bakar gas (**Power-to-Gas**, PtG) atau cair (**Power-to-Liquid**, PtL).
- Jika listrik dihasilkan oleh sumber terbarukan (yaitu angin, fotovoltaik dll) dan CO₂ diambil dari atmosfer, maka bahan bakar ini dapat disebut “**iklim netral**” atau “**Zero Impact Fuel**”
- DME (Di-Methyl-Ether) adalah bahan bakar sintetis yang dihasilkan dari sumber daya fosil atau biomassa melalui gasifikasi (gas sintesis), yang membutuhkan modifikasi mesin sedang.
- Keuntungan E-fuel dibandingkan E-Mobility adalah infrastrukturnya tidak perlu diubah dan mesin ICE sangat berkembang dan andal
- Kerugian E-Fuel adalah **biaya produksi yang tinggi** dan **efisiensi yang rendah**, – saat ini tidak layak secara ekonomis
- Per km mobil berbahan bakar E-Fuels membutuhkan listrik dua kali lipat dibandingkan mobil sel bahan bakar dan lima kali lebih banyak daripada kendaraan listrik baterai
- Aplikasi pertama dapat dilihat di transportasi udara dan laut, bukan di mobil penumpang



Hydrogen



Berjalan dengan hidrogen dan udara,
memancarkan air....

Solusi terakhir???

Hidrogen – Stasiun Bahan Bakar



Bahan Bakar "Konvensional" untuk mesin Tinjauan dan perbandingan

	Gasoline	Diesel	Comp. Natural Gas LNG	Methan CH4	Liquid gas LPG: 50/50 Propan/Butan	Hydrogen H2
Hu [MJ/kg]	42	41,5	48,8	50	45,8	120
H _{meas} [MJ/m ³], 20°C, λ=1	3,45	3,87	3,18	3,22	3,73	2,97
Density liquid [kg/m ³]	730-780	820-850	440	424	540	71
Density gas [kg/m ³]			0,73	0,72	2,06	0,09
Density @ 20 MPa [kg/m ³]			170			
Tboil [°C]	30-190	170-350	-162	-162	-30	-253
L _{stöch} [kg/kg]	14,7	14,5	17	17,2	15,5	34
C-Cont. [Weight%]	86	86	73	75	82	0
CO ₂ in Exhaust [g/MJ]	75	74	62	63	65	0
ROZ	92-98		120-130		100	
MZ			98	100	18	0
Cetan No.		45-50				

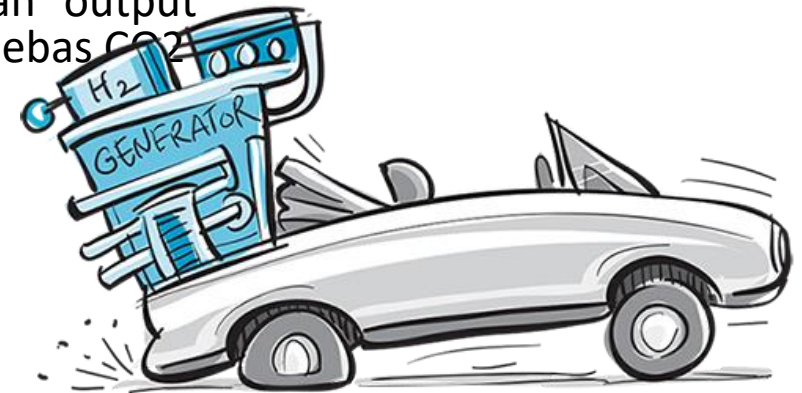
CONTOH HYDROGEN :

- Nilai kalor/kalori yang lebih rendah (Hu): ~ kandungan energi yang dapat digunakan dari suatu bahan bakar, dalam hal ini sekitar **120 MJ/kg atau 33 kWh/kg (> 3x bensin!)**
- Massa jenis cairan (>-253°C) : **71 Kg /m³**
- Gas densitas: **0,09 Kg/m³**
- Suhu didih: **- 253°C**
- Rasio stoikiometri (Lstöch) massa udara bahan bakar yang dibutuhkan untuk pembakaran: **34 Kg/Kg**
- Standar penyimpanan mobil penumpang: **70 mPa**

Bahan bakar untuk kendaraan - Hidrogen

Solusi jangka panjang yang paling menjanjikan mungkin hidrogen:

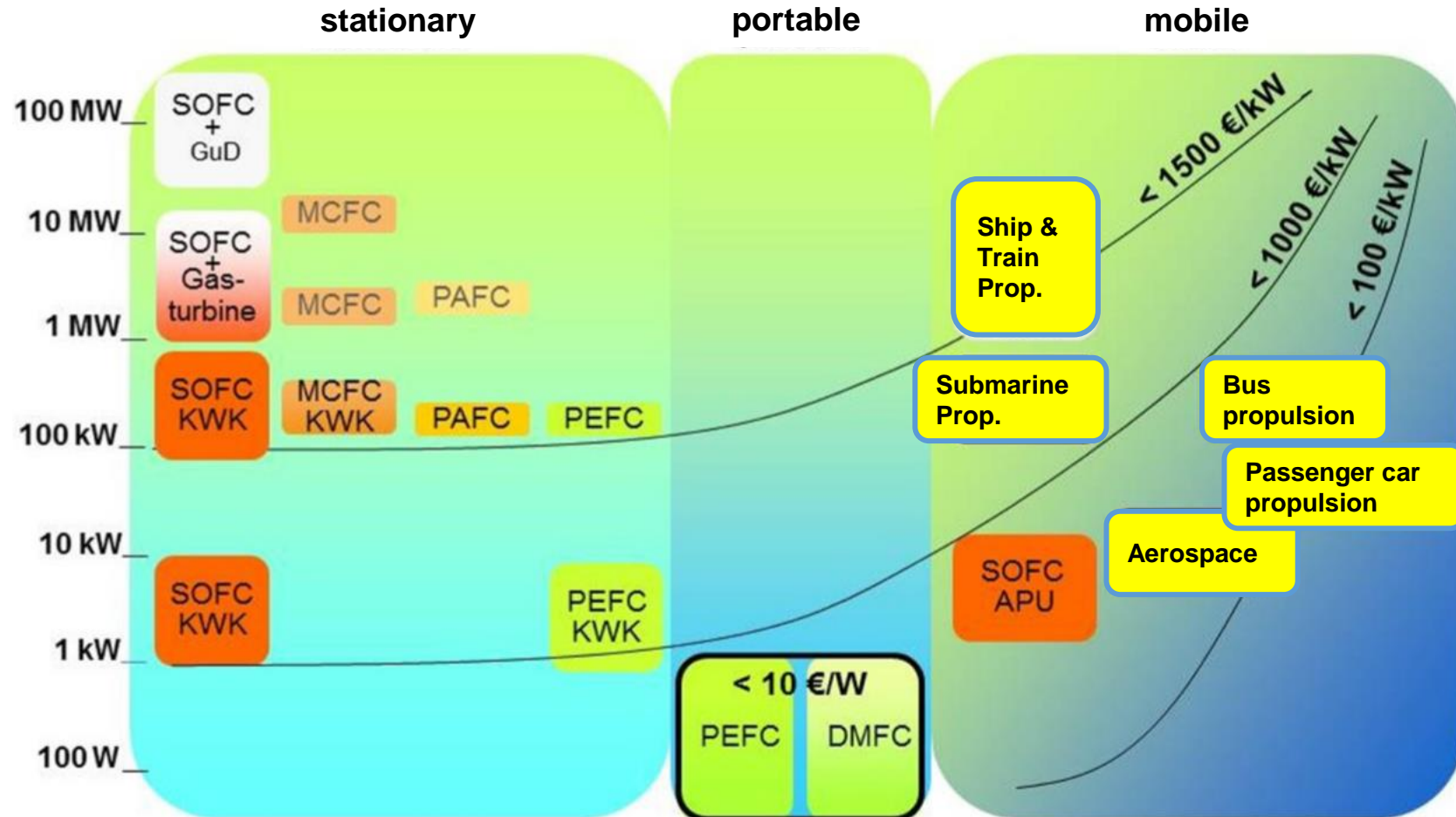
- memproduksinya dengan sumber terbarukan, Anda menstabilkan output yang secara intrinsik tidak stabil dan memiliki penyimpanan energi bebas CO₂
- banyak bidang aplikasi H₂ langsung
 - Transportasi (mobil, truk, kereta api..)
 - Pertanian (Sintesis Amoniak)
 - Pemanasan (sintesis gas)
 - Industri (produksi logam)
 - Pasokan energi listrik (melalui Sel Bahan Bakar) untuk aplikasi statis
- teknologi terkenal
- kendala utama adalah kurangnya infrastruktur yang tersebar dan masih tingginya biaya baik bagi produsen maupun pengguna



Sources:

- <https://cafcp.org/faqs>
- <https://openbudgetsindia.org/group/agriculture>
- <https://www.tra.gov.au/Economic-analysis/state-of-the-industry>

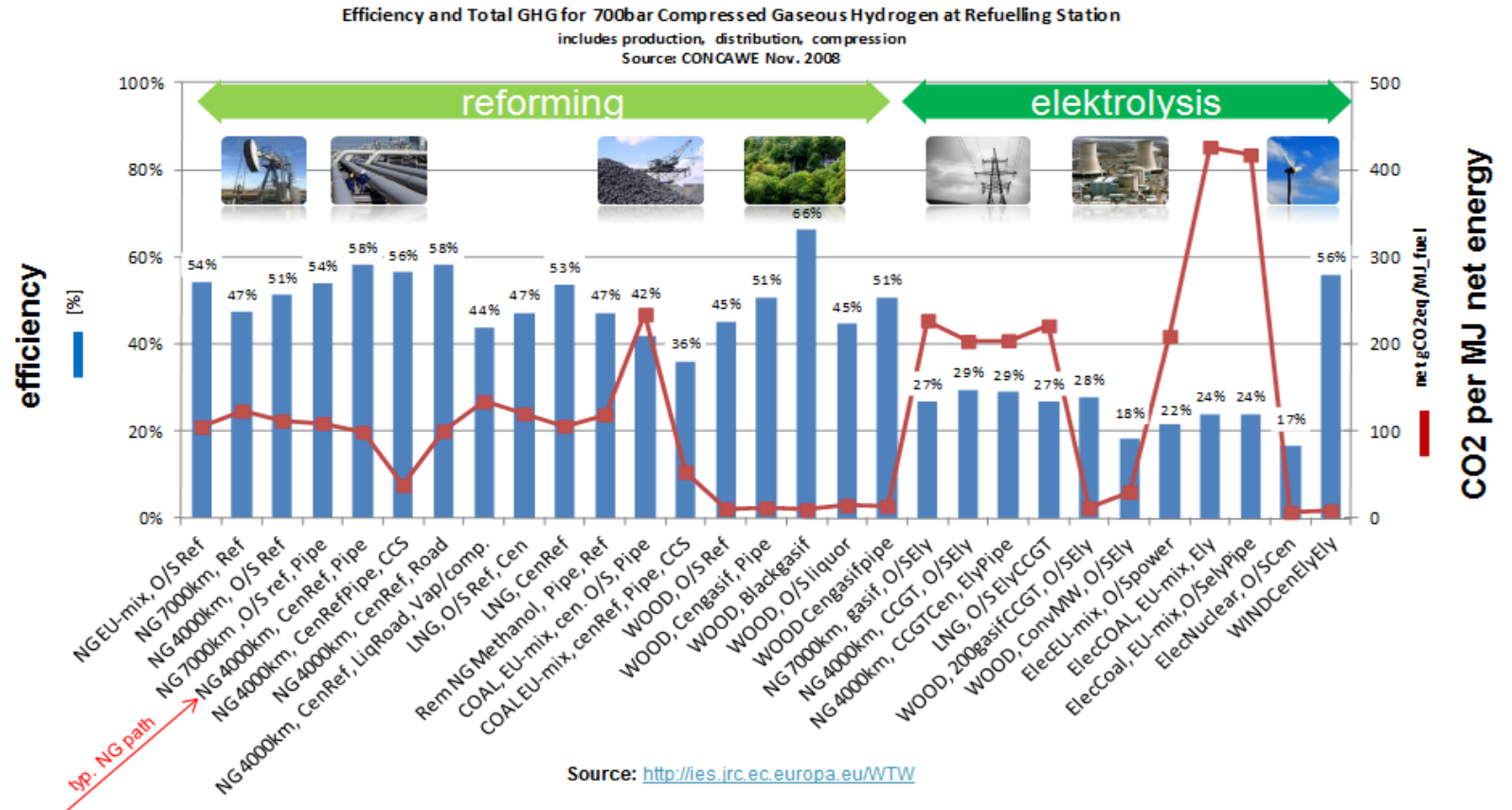
Aplikasi sel bahan bakar berdasarkan tingkat daya



Sumur Hidrogen ke Tangki (WtT)

- ~30 Jalur produksi bahan bakar ditampilkan
- Efisiensi dan energi untuk produksi sangat bervariasi
- Jalur paling ekonomis adalah dari reformasi gas alam (tidak ada pengurangan CO2, masih fosil!), harus dihindari!
- Dari listrik terbarukan (elektrolisis) produksi terdesentralisasi dimungkinkan (di mana-mana!).

W2T Hydrogen Production Paths or W2W Balance for H2 Application in FCV



Hidrogen di ICE -solusi untuk kapal?

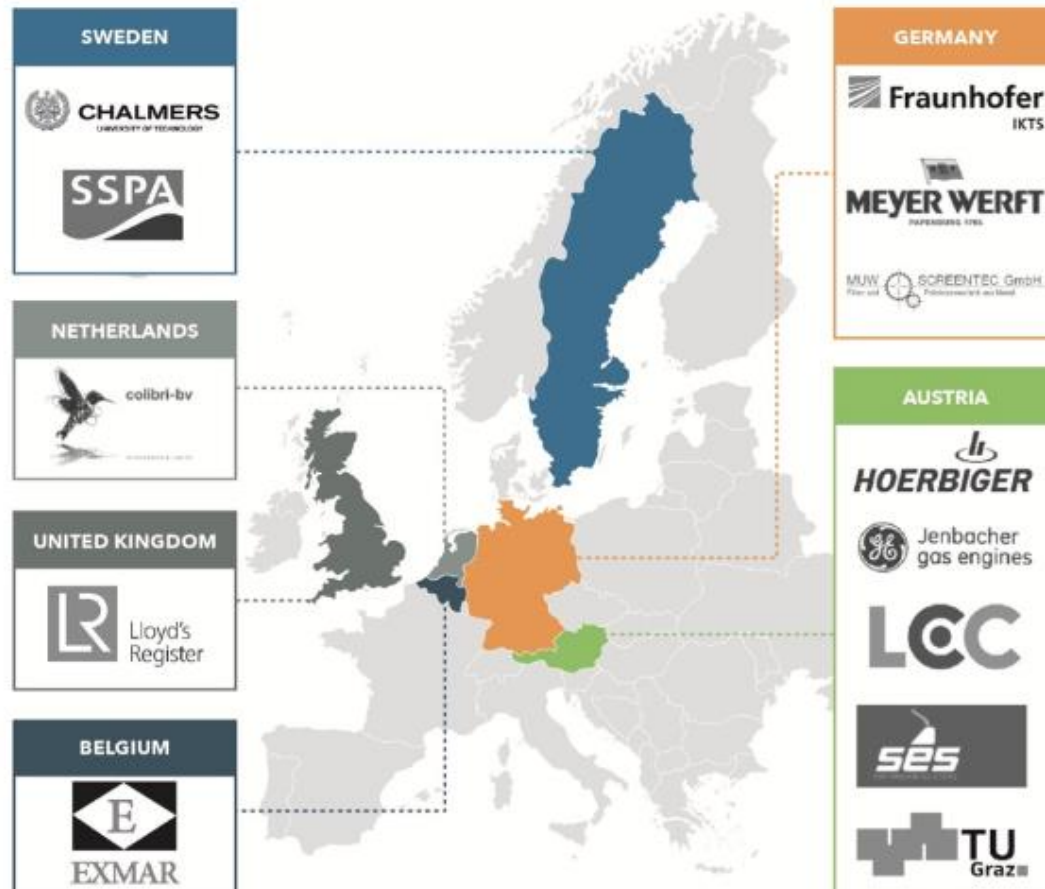


Source: R&D EU Project HyMethShip



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Perusahaan Mitra dalam Proyek R&D HyMethShip



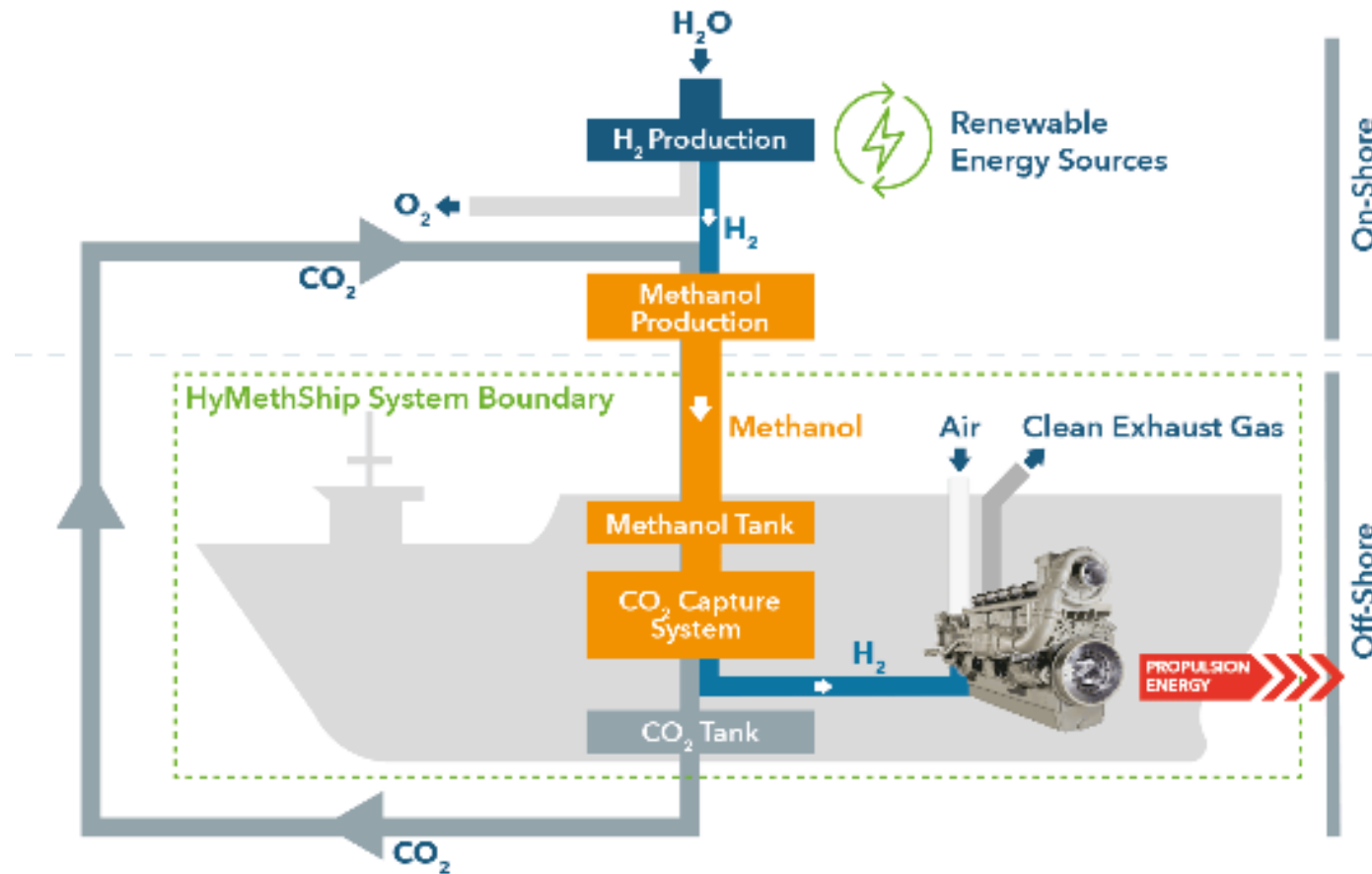
Partner overview:

- LEC GmbH (Projektkoordinator)
- GE Jenbacher GmbH & Co OG
- Fraunhofer IKTS
- Chalmers Tekniska Hoeskola AB
- SSPA Sweden AB
- Lloyd's Register IMEA IPS
- SE.S
- Colibri bv
- Exmar Marine NV
- Technische Universität Graz
- MUW Screentec GmbH
- MEYER WERFT GmbH & Co. KG
- HOERBIGER Ventilwerke GmbH & Co OG



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Proyek HyMethShip



- Pembakaran H_2 di mesin menghasilkan emisi hampir bebas karbon (hanya residu oli)
- CO_2 dalam lingkaran tertutup
- Tapi tetap saja: emisi NO_x (dikurangi dengan EGR berat)!!!



Listrik dan Hidrogen - Ringkasan



- Listrik dan hidrogen adalah pembawa energi universal dan dapat dihasilkan dari semua sumber energi primer.
- Kedua jalur pada prinsipnya dapat dibuat bebas CO₂; intensitas CO₂ tergantung pada bauran energi untuk produksi listrik dan hidrogen. Penggeraknya menggunakan motor listrik. Energi dapat disuplai melalui tiga jalur utama:
 - Baterai-listrik**, dengan listrik dari jaringan yang disimpan di kendaraan papan dalam baterai. Transfer daya antara jaringan dan kendaraan memerlukan infrastruktur dan manajemen daya baru. Aplikasi terbatas pada transportasi jalan dan kereta api jarak pendek. Pengembangan baterai dengan kepadatan energi tinggi yang kompetitif dan pembangunan infrastruktur pengisian daya merupakan prioritas tertinggi.
 - Sel bahan bakar yang ditenagai oleh hidrogen**, digunakan untuk produksi listrik on-board. Produksi, distribusi, dan penyimpanan hidrogen membutuhkan infrastruktur baru. Aplikasi tidak mungkin untuk penerbangan dan transportasi jalan jarak jauh. Pengembangan sel bahan bakar yang hemat biaya, penyimpanan hidrogen di dalam pesawat, dan infrastruktur pengisian bahan bakar yang strategis merupakan prioritas tertinggi.
 - Jalur Overhead / Rel Ketiga** untuk trem, metro, kereta api, dan bus troli, dengan listrik yang diambil langsung dari jaringan tanpa memerlukan penyimpanan perantara.



Bahan bakar untuk mesin - Kesimpulan

Fokus pada bahan bakar terbarukan untuk ICE



Penggunaan bahan bakar terbarukan di mesin pembakaran internal memungkinkan untuk :

- Pengurangan signifikan emisi GHG (hingga mobilitas netral CO₂) dengan armada mobil yang ada
- Bahan bakar yang dipertimbangkan didasarkan pada biomassa saja atau menggabungkan hidrogen dari listrik terbarukan dengan sumber karbon melalui teknologi PtX
- Energi terbarukan dapat secara langsung menggantikan bahan bakar fosil dalam transportasi jalan raya dan mesin pembakaran internal umum dan infrastruktur yang ada hanya memerlukan sedikit atau tanpa penyesuaian
- Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan emisi tanpa dampak
- Bergantung pada emisi GHG dari jalur produksi, bahan bakar terbarukan bisa lebih efisien dan ramah lingkungan daripada sistem dengan semua rangkaian tenaga listrik, dan selain itu menawarkan keuntungan lebih lanjut bahwa bahan bakar tersebut dapat digunakan di infrastruktur yang ada
- Dalam jangka panjang, bahkan setelah tahun 2050, mesin pembakaran yang dioptimalkan masih akan dibutuhkan dan diterapkan pada power train mobil penumpang berat, kendaraan utilitas hibrida (misalnya dalam tugas berat atau transportasi jalan jarak jauh), kereta api, kapal dan pesawat terbang serta dalam aplikasi stasioner



Kesimpulan dari sudut pandang seorang insinyur mesin



- Meskipun politisi ingin menyingkirkan ICE, mereka terbukti, mesin yang andal dan relatif murah dan menggunakan bahan bakar berbasis bio alternatif dapat membuat mereka menjadi netral CO₂, yang dapat menjamin kelangsungan hidup mereka di saat pemanasan global.
- Hampir segala sesuatu yang terbakar dan berbentuk cair atau gas dapat diisikan ke dalam mesin pembakaran dan pada prinsipnya akan bekerja. Perbedaan terutama terjadi pada penundaan pengapian, kecepatan pembakaran (laju pelepasan panas) dan perbedaan (kecil) dalam perilaku emisi.
- Perubahan pasti diperlukan dalam penerapan parameter mesin seperti waktu injeksi, pengapian (timing), resirkulasi gas buang, sistem aftertreatment, dll. Tapi ini hanya APLIKASI KERJA! “Drop-In Fuels” (tanpa perubahan pada mesin) memiliki pangsa pasar ~ 2-3% dan saat ini berdampak kecil.
- Perubahan mungkin diperlukan pada sistem tangki, katup, dan sealing (ketahanan bahan kimia terhadap bahan bakar agresif)

Kesimpulan Umum

- Memperkenalkan bahan bakar alternatif ke mesin pembakaran internal secara teknis bukanlah masalah besar – semua masalah dapat diselesaikan
- Bahan bakar alternatif adalah **masalah ekonomis**: biaya energi produksi dan perawatan; investasi di bidang infrastruktur;
- Bahan bakar alternatif adalah **masalah politik**:
 - Seberapa serius kemauan politik untuk menghindari bahan bakar fosil dan
 - Akankah mereka mengatasi target CO2 Paris
 - Apakah politisi bersedia menerima bahan bakar netral CO2 atau mereka hanya menuju listrik
- Perubahan pasti diperlukan dalam politik:
 - Dukungan keuangan untuk investasi dalam produksi, distribusi dan infrastruktur
 - Subsidi untuk mengkompensasi harga yang lebih tinggi bagi konsumen akhir

Bahan bakar untuk mesin

Diskusi



Beberapa pertanyaan:

- **Beri saya umpan tanggapan instan tentang konten!**
- **Bagaimana sikap di daerah/universitas Anda terhadap bahan bakar alternatif?**
- **Bagaimana kita bisa membuat siswa tertarik dengan topik bahan bakar alternatif ini?**
 - Apakah Anda memiliki lab/infrastruktur mesin yang dapat Anda uji efek bahan bakar yang berbeda di lab mesin Anda?
 - Bisakah Anda melakukan eksperimen mesin dengan bahan bakar yang berbeda untuk alasan perbandingan?
- **Target pembelajaran untuk siswa dalam “bahan bakar alternatif”**
 - Dapatkan Ikhtisar tentang semua kemungkinan alternatif bahan bakar
 - Pahami pro dan kontra yang berbeda untuk setiap kemungkinan bahan bakar
 - Memahami dampak teknis, sosial, dan lingkungan
 - Temukan solusi spesifik untuk negara Anda





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student's Employability and Regional Development



<https://www.facebook.com/unitederasmus/>



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Pilihan untuk pengurangan Mobilitas CO₂

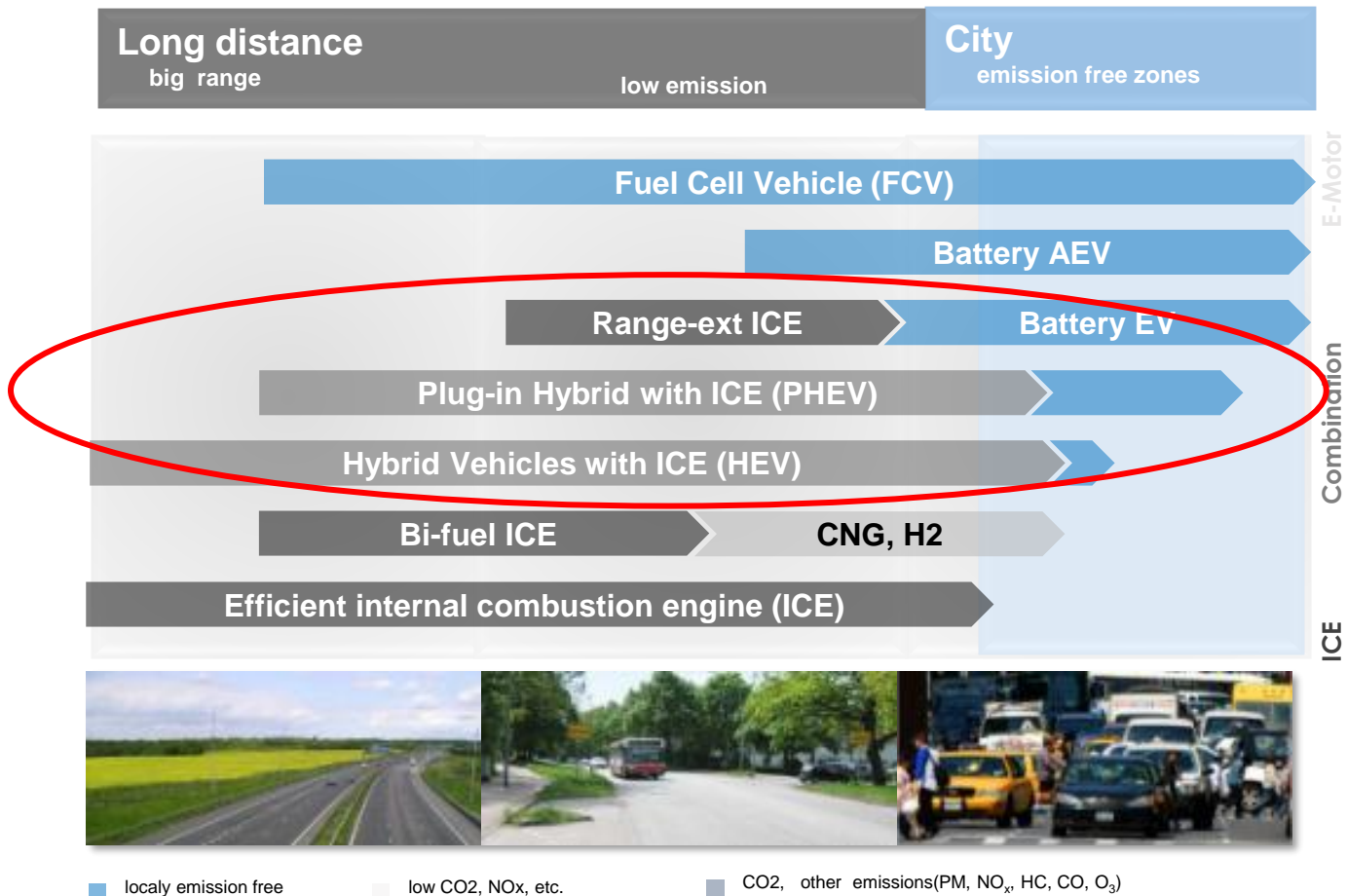
ICE / Electric Hybrid Powertrain



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Diversifikasi Powertrain di Masa Depan

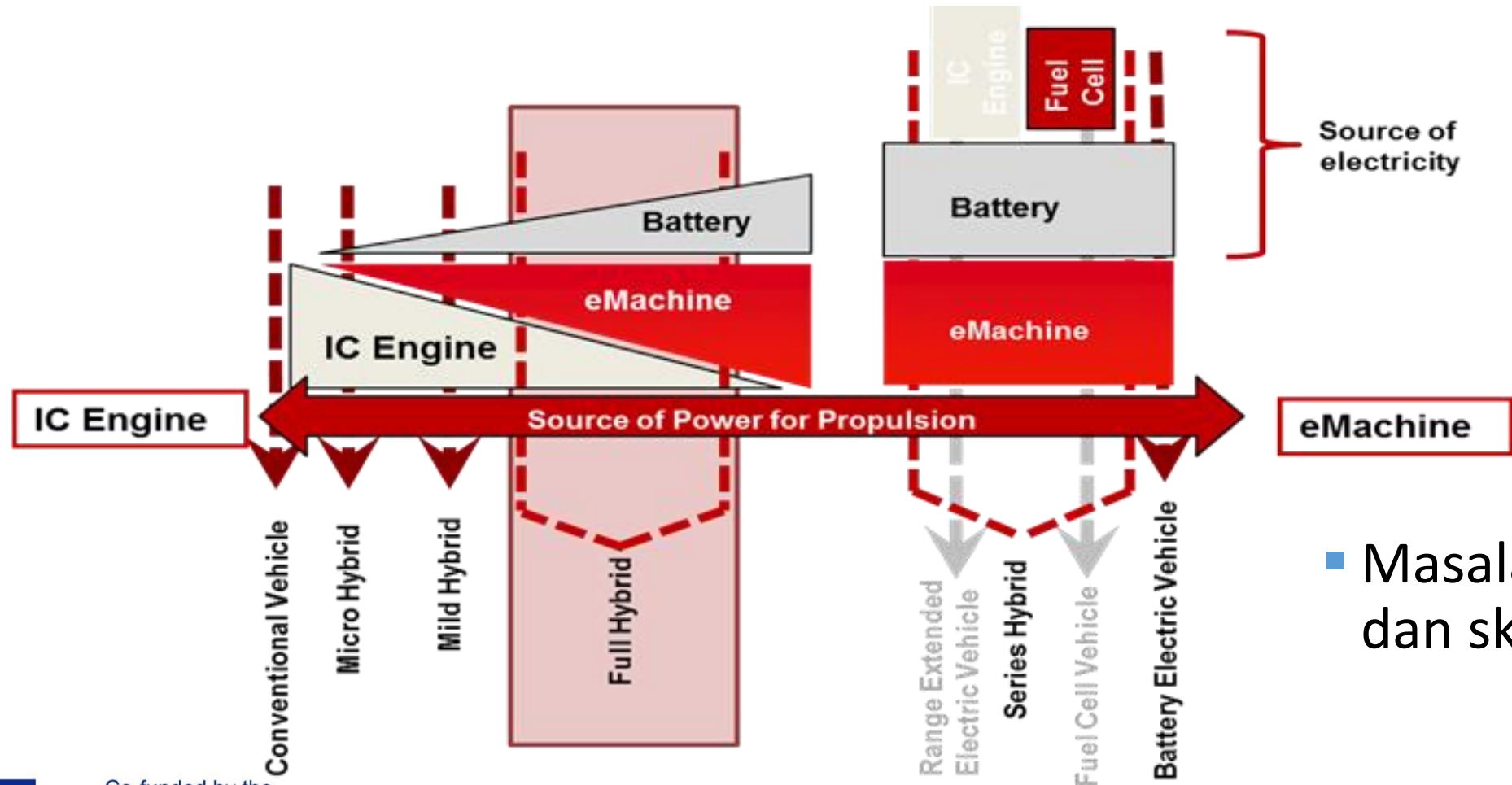


Diversification powertrains dan bahan bakar untuk untuk memenuhi undang-undang CO₂

Powertrains canggih

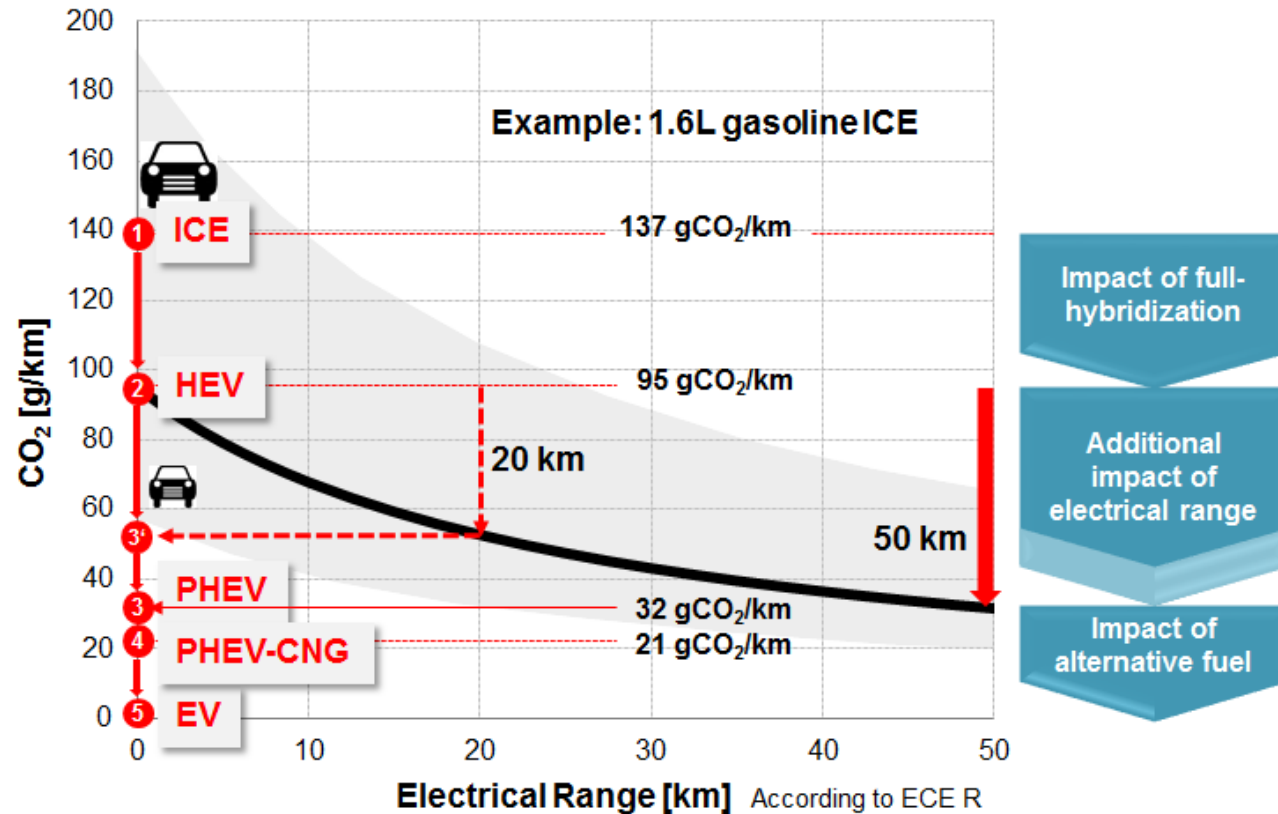
- Permintaan permesinan tinggi
- Komponen & system baru
- Elektrifikasi membutuhkan system baterai dengan kepadatan energi yang tinggi.
- CNG dan hydrogen membutuhkan tekanan tinggi dan penyimpanan gas.

Elektrifikasi PWT



- Masalah dimensi dan skala

Undang-Undang UE mempromosikan Hibridasi



Menurut ECE R 101:

$$M = (D_e \cdot M_1 + D_{av} \cdot M_2) / (D_e + D_{av})$$

M...massa emisi dari CO₂ [g/km]

M₁...CO₂ [g/km] dengan perangkat penyimpanan energi atau daya listrik yang terisi penuh

M₂...CO₂ [g/km] dengan debit maksimum dari kapasitas perangkat penyimpanan

D_e...jangkauan listrik kendaraan

D_{av}...25km (jarak rata-rata yang diasumsikan antara pengisian ulang dua baterai)

- Pengurangan CO₂ bergantung pada jangkauan listrik
- Tidak ada keuntungan untuk baterai yang lebih besar
- Cocok terutama untuk perjalanan pergi pulang
- Meningkatkan penerimaan elektrifikasi



Hybrid – Powertrain I - Pros



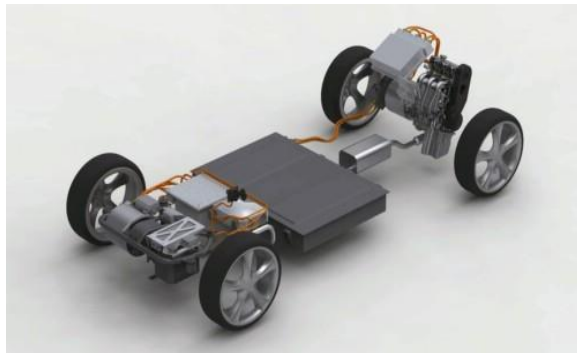
Penggerak hybrid=

Kombinasi dari mesin pembakaran dan powertrain elektrik :

Argument-argument untuk kendaraan hybrid:

- Jangkauan bebas emisi di lingkungan perkotaan
- Pengurangan konsumsi bahan bakar berkurang dalam berkendara di kota (up to 30%)
- Fungsi tambahan seperti mulai/berhenti, pemulihan energi rem
- Besar, jangkauan biasa dan kapasitas transportasi
- Kegunaan universal di semua zona lalu lintas
- Emisi ice sekecil mungkin dalam mode hybrid
- Mengurangi ketergantungan dari baterai (tidak ada kecemasan /tidak ada sindrome baterai lemah)
- Menggunakan infrastruktur yang sudah ada
- Penerimaan pelanggan pada akhir ini yang tinggi

Hybrid – Powertrain II - Cons



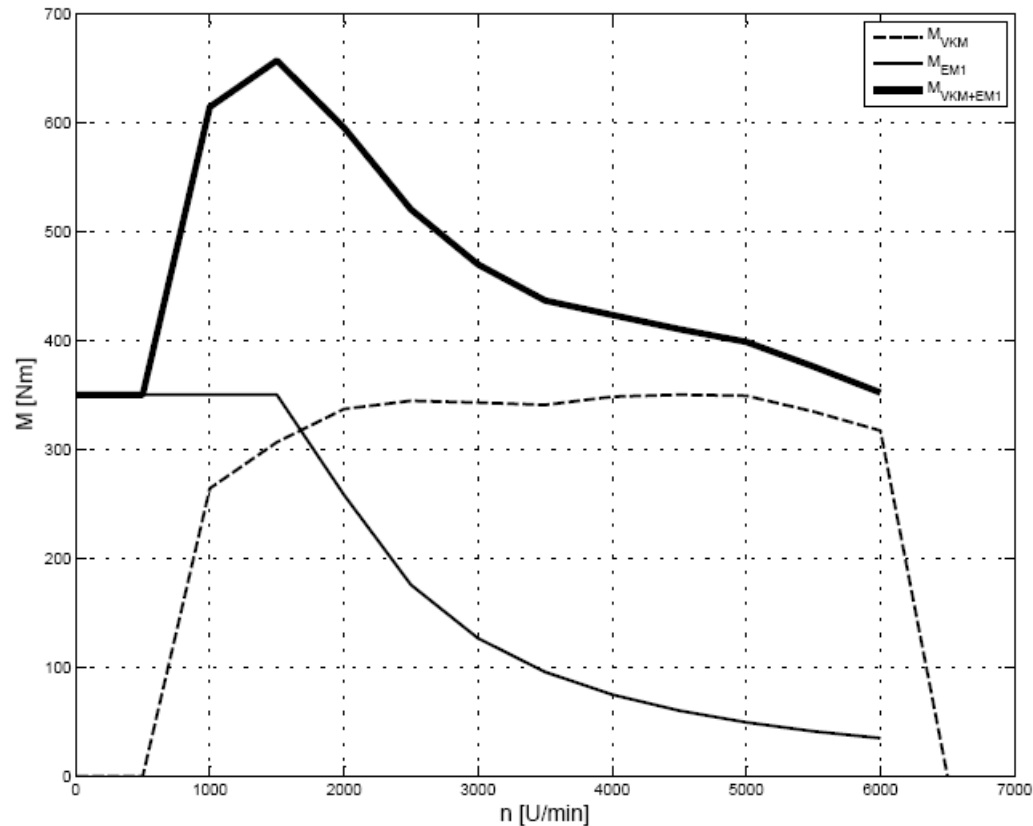
Penggerak hybrid=
Kombinasi dari mesin pembakaran dan powertrain elektrik :

Argument-argument untuk kendaraan hybrid

- Biaya dan kerumitan produksi tinggi
- Berat bertambah dan and kebutuhan ruang terutama untuk baterai
- Upaya tinggi dalam kontrol untuk dua penggerak
- Tidak ada pengurangan konsumsi bahan bakar pada kecepatan tinggi
- Status perkembangan tinggi dan kualitas yang dibutuhkan untuk masuk pasar.
- Tidak menyelesaikan masalah utama mengenai konsumsi bahan bakar fosil dan CO₂

>> Powertrain hybrid mengkombinasikan kelebihan dan kekurangan dari kedua penggerak!

Hybrid – Powertrain - Torque potential



- Kombinasi dari dua penggerak juga menawarkan potensi daya tinggi:
- „Power-HEV“ dengan sangat menyenangkan untuk berkendara“
- Karakteristik torsi dari kedua penggerak dapat ditambahkan!



Hybrid – Evaluasi Efisiensi Powertrain



Powertrain hybrid menawarkan tingkat kebebasan tambahan dibandingkan dengan penggerak listrik konvensional murni.

Effisiensi powertrain bergantung pada :

- arsitektur hybrid yang dipilih,
- efisiensi dari komponen,
- dan strategi pengoperasian yang dipilih (Baru!).

Perhitungan / „Aturan umum“

1. Setiap transformasi energi mengakibatkan kerugian
2. (Di antara)Penyimpanan energi juga mengakibatkan kerugian
3. Pengoperasian komponen besar di Sebagian beban tidak efisien



Hybrid – Klasifikasi Powertrain



Arsitektur Hybrid:

- Series- Hybrid
- Parallel-Hybrid
- Pembagian daya/ gabungan dari variabel struktur penggerak hybrid

Daya hybrid:

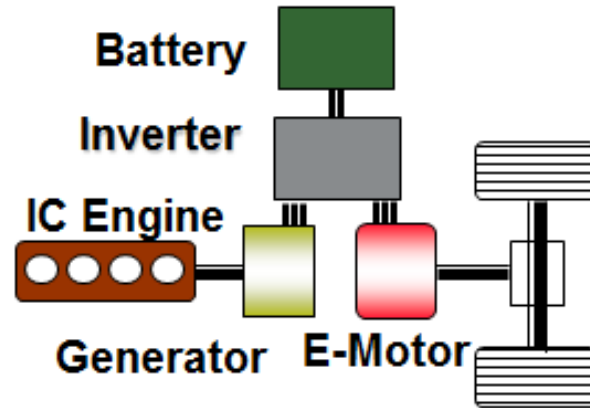
- Micro - Hybrid (alternator yang ditingkatkan/kombinasi generator, 2-5 kW)
- Mild - Hybrid (app. 10-15 kW E- Motor, voltase level 12V , 48 V, tetapi dibawah 200 V)
- Full - Hybrid (E-Motor > 15 kW, penyimpanan energi lebih besar; voltase 150 sampai 800V)

Strategi pengisian baterai: „Autarkic“ atau „Menyambungkan“ Hybrid

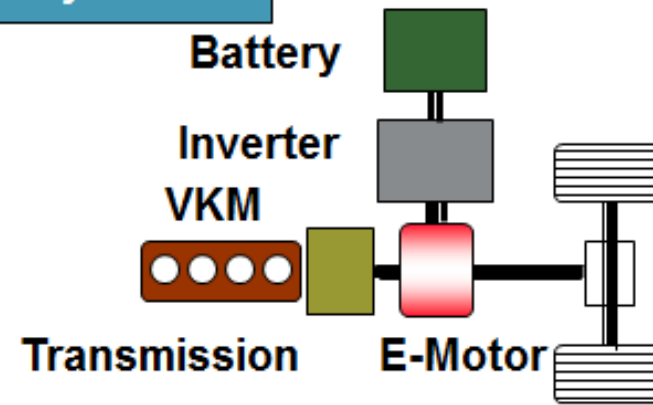


Hybrid – Arsitektur Dasar

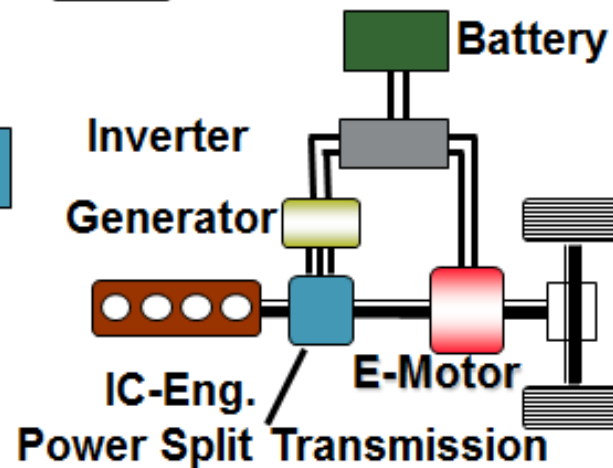
Series-Hybrid



Parallel-Hybrid



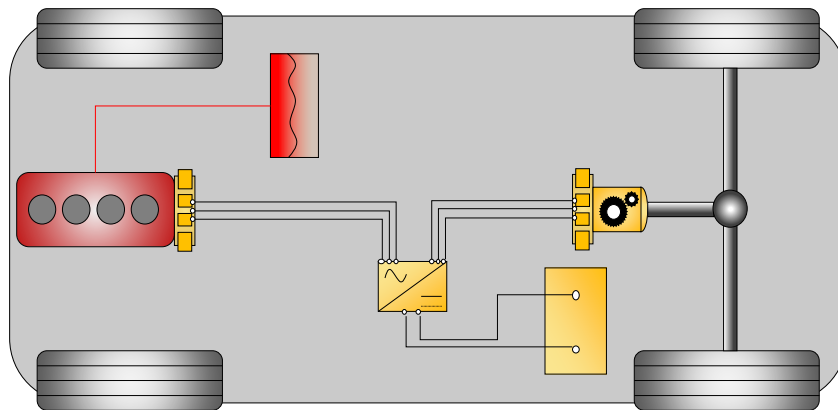
Power Split Hybrid



Arsitektur Kendaraan Hybrid– “Series Hybrid!”

Kunci karakteristik:

- Tidak ada sambungan mekanikal antara ICE dan penggerak terakhir
- ICE menggerak generator pada titik beban efisiensi tinggi
- Motor traksi disuplai dengan daya listrik dari baterai dan atau generator

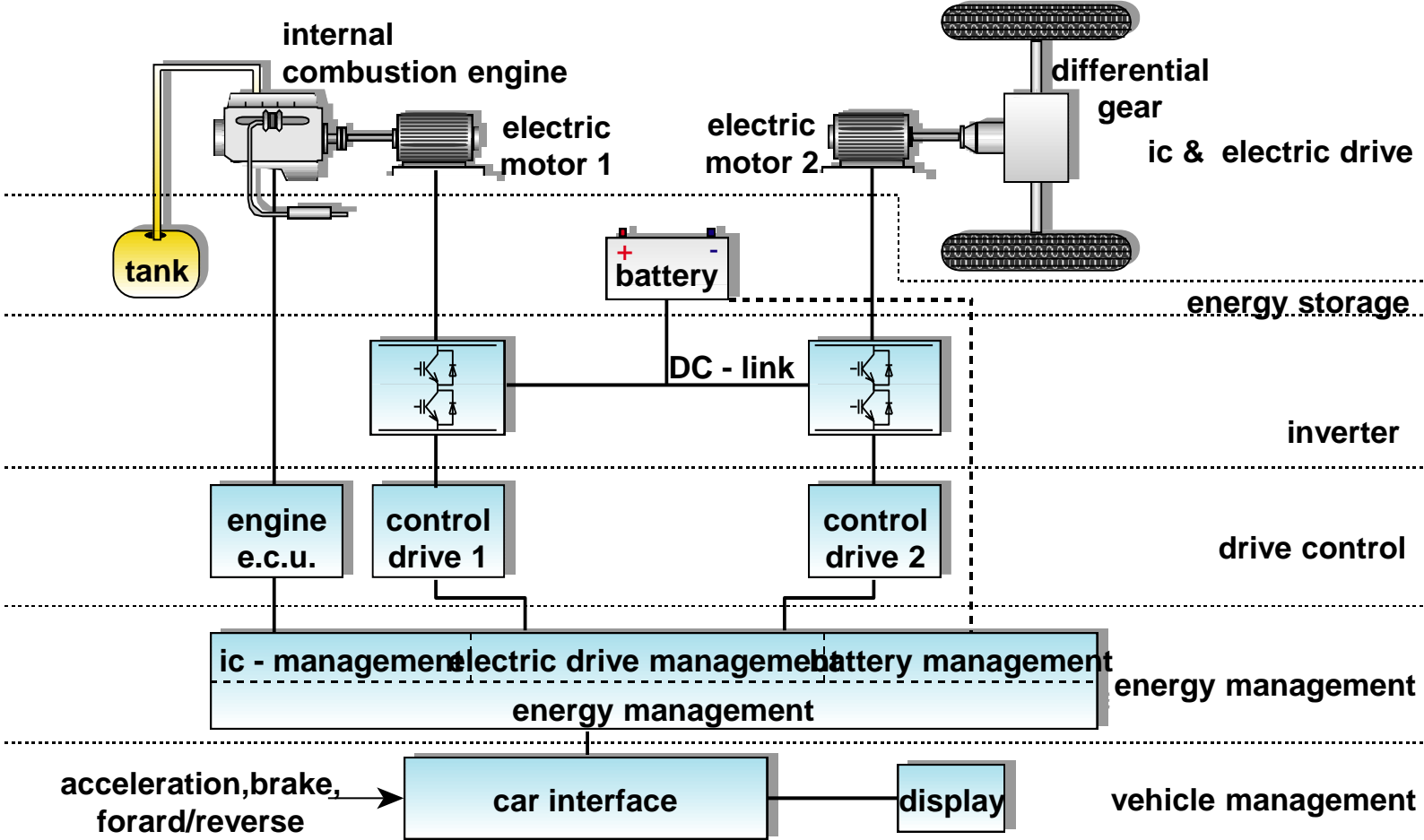


Series Hybrid

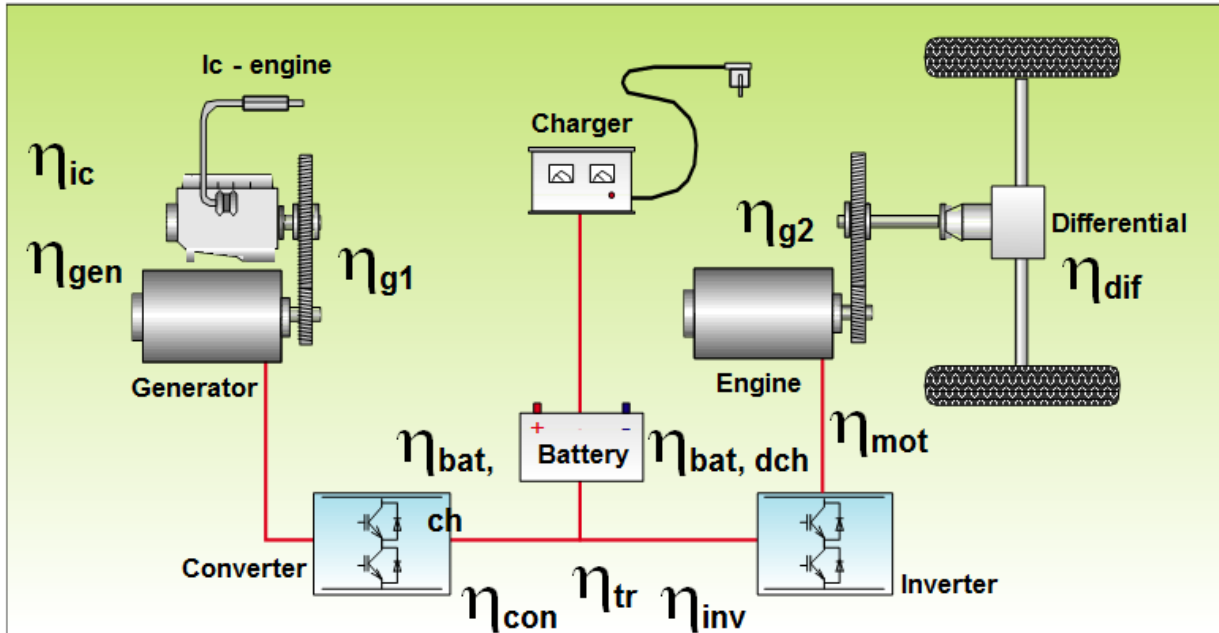


Fisker Atlantic

Series hybrid



Effisien rantai dengan series hybrid



Fuel-tank

$$\downarrow \eta_{ic} * \eta_{g1} * \eta_{gen} * \eta_{con} * \eta_{tr} * (\eta_{bat, ch} * \eta_{bat, dch}) * \eta_{inv} * \eta_{mot} * \eta_{g2} * \eta_{dif}$$

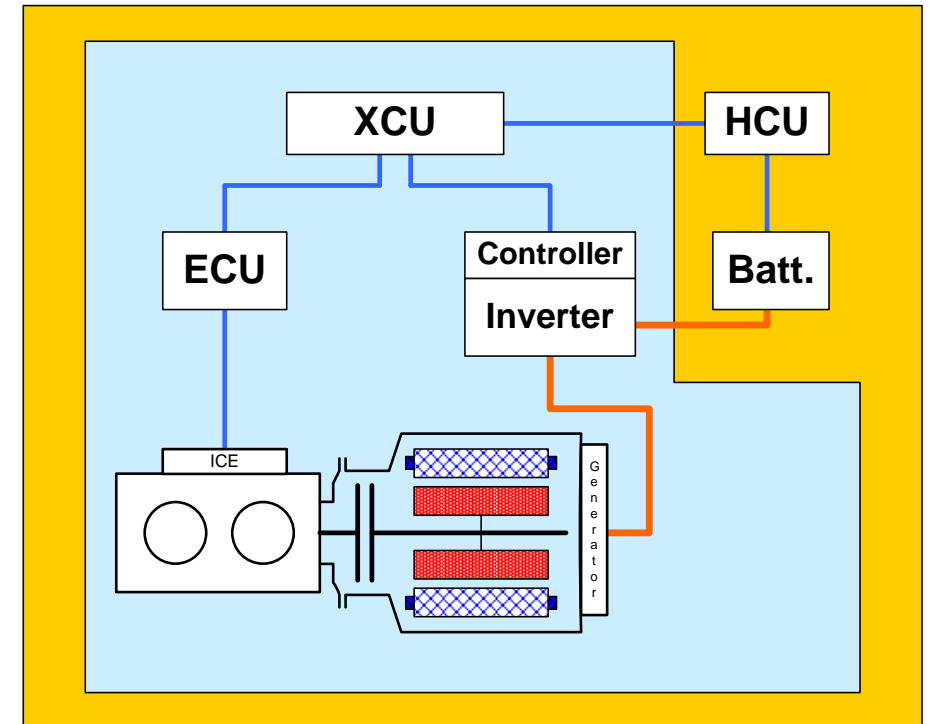
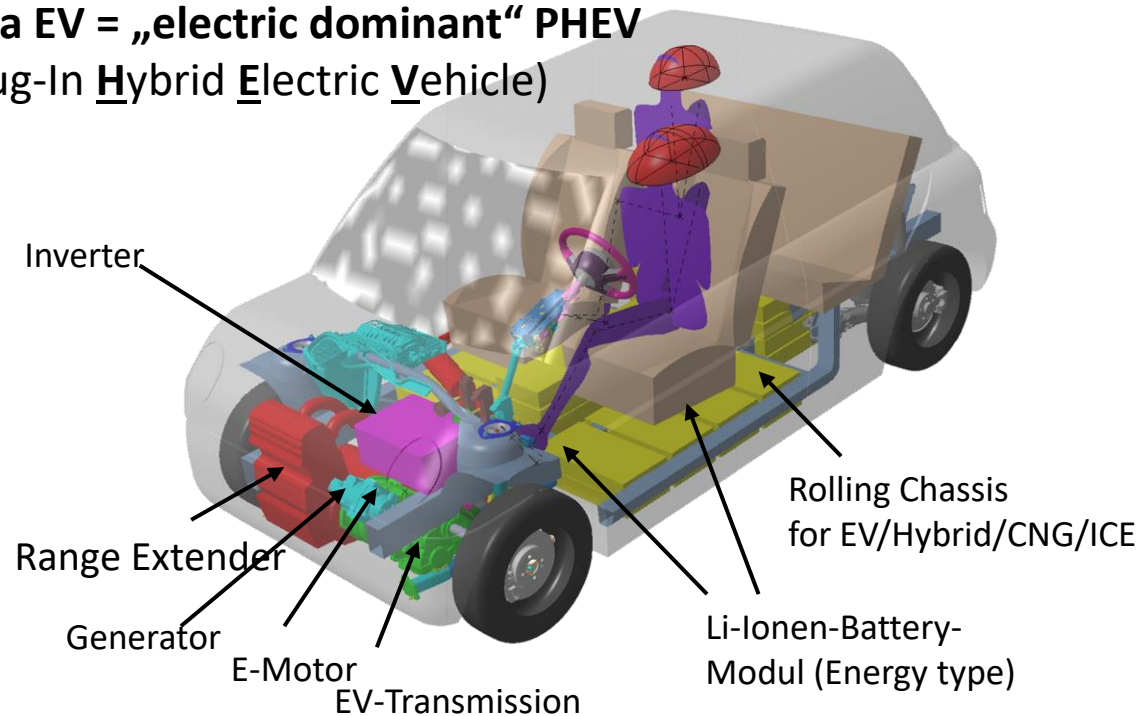
$\uparrow * \eta_{chm} \leftarrow main$



Series hybrid bagus untuk emisi, tetapi rantai efisiensi yang panjang tidak baik untuk konsumsi energi walaupun dengan „titik operasional terbaik“ strategi ice; mahal pada daya tinggi!!

Perluasan Jangkauan- Magna Mila EV

Mila EV = „electric dominant“ PHEV
(Plug-In Hybrid Electric Vehicle)



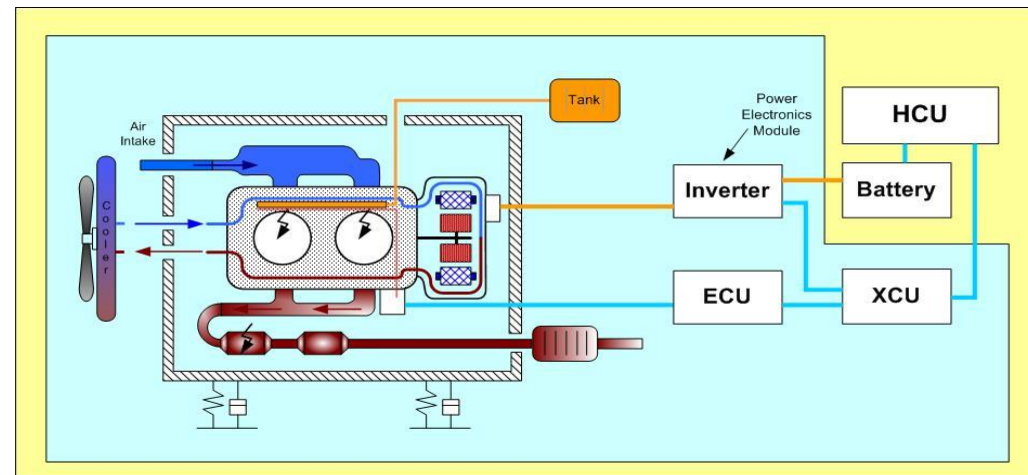
Source: MagnaSteyr

Pengertian REEV & PHEV

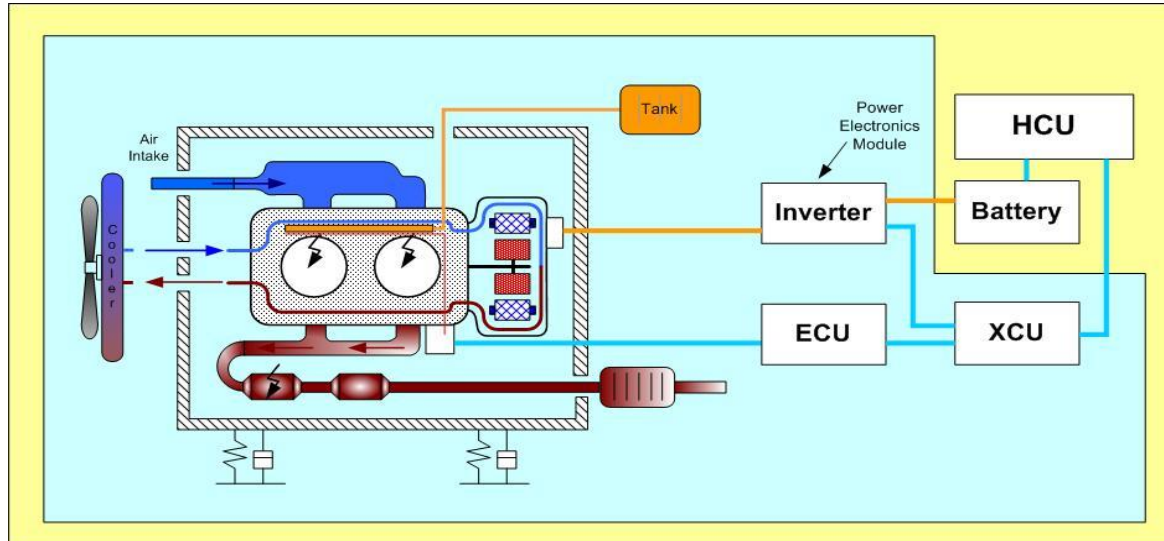
- Sistem pengisian daya & pasokan energi terpasang untuk (Hybrid-) EVs
- Unit compact terdiri dari ice yang kecil, generator listrik /(motor) dan cadangan sistem (pasokan bahan bakar, sistem pembuangan, pengontrol kendaraan).

Penerapan REX pada kendaraan yang didominasi tenaga listrik > 3 kemungkinan:

- Unit pengisian untuk kendaraan berpengerak listrik dalam susunan seri.
- tambahan kopling mekanis ke roda secara paralel, juga >> PHEV
- kombinasi fleksibel dari dua kemungkinan (dapat diganti dengan kopling)



Intergrasi REX



- Pemasangan suara mekanis dengan rangka ekstra, peredam/pegas
- Sistem asupan udara dengan filter dll.
- Kapsul akustik (sangat penting!!)
- Pembuangan setelah perawatan dan pembuangan pipa /integrasi muffler
- Kabel voltase tinggi, dihubungkan ke baterai dan inverter
- Penghubung dari ECU, xCU (gerbang) ke pengontrol hybrid

Kesimpulan dari REEV (REX) power discussion



- “kecil” Perluasan Jangkauan– daya hanya cukup untuk memperbesar rentang dalam skenario mengemudi perkotaan.
- Dengan skenario jalan raya, REX yang terlalu kecil cepat lambat akan menyebabkan kinerja kendaraan yang lebih rendah atau terhenti sehingga baterai yang habis.
- REX yang terlalu kecil yang tidak dapat meningkatkan status pengisian baterai secara signifikan saat mengemudi di jalan raya, mencegah keberhasilan masuk kembali ke scone lingkungan sensitif atau kota dalam tenaga listrik murni.
- Daya REEV / REX untuk penumpang setidaknya harus 30 kW atau lebih besar, sehingga jika baterai habis, pengembalian ke pangkalan/rumah dimungkinkan dengan kinerja yang dapat diterima
- Dengan peningkatan kekuatan REX, REEV dan PEHV menjadi lebih dekat satu sama lain! Direkomendasikan untuk beralih ke sistem hybrid paralel!



Examples for „after sales“ series hybrides



Lainnya „Perluasan Jangkauan“-Solusi



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Series hybrid - Ringkasan



Keuntungan dari series hybrid

- Awal start yang tertunda dari gen-set memungkinkan pemanasan awal mesin dan katalis
 - > emisi dioptimalkan pada strategi awal
- Pengoperasian mesin pada titik pengoperasian terbaik (bsfc &/atau emisi)
- Pengoperasian stasioner dengan menghindari puncak emisi dinamis
- Strategi penutupan khusus
- Strategi untuk operasional berselang seling (i.e. bergantung pada katalis yang mendingin)
 - >>> potensi tertinggi untuk pengurangan emisi

Kerugian dari series hybrid

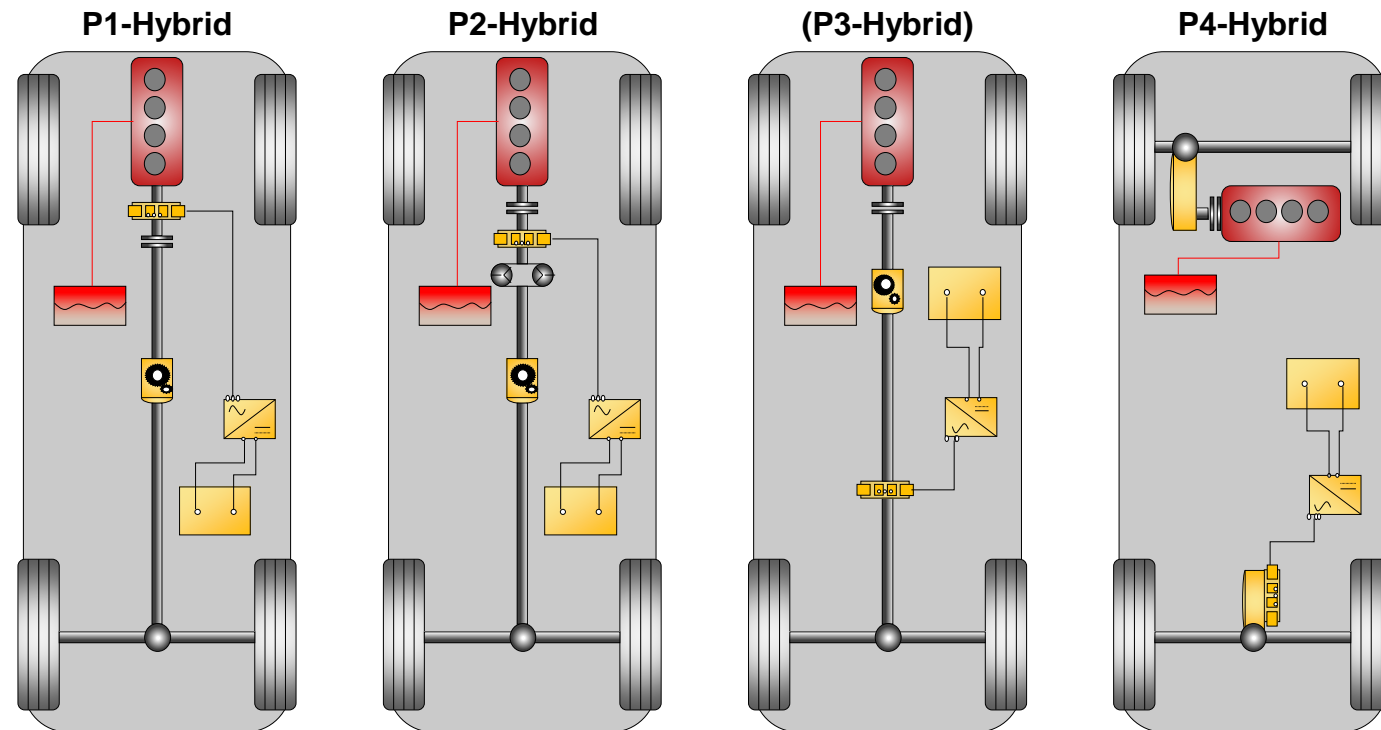
- Terlalu banyak konversi energi, termasuk hingga ke dalam 11 kerugian >> kerugian konsumsi bahan bakar!
- Upaya (No. dari mesin, inverters)



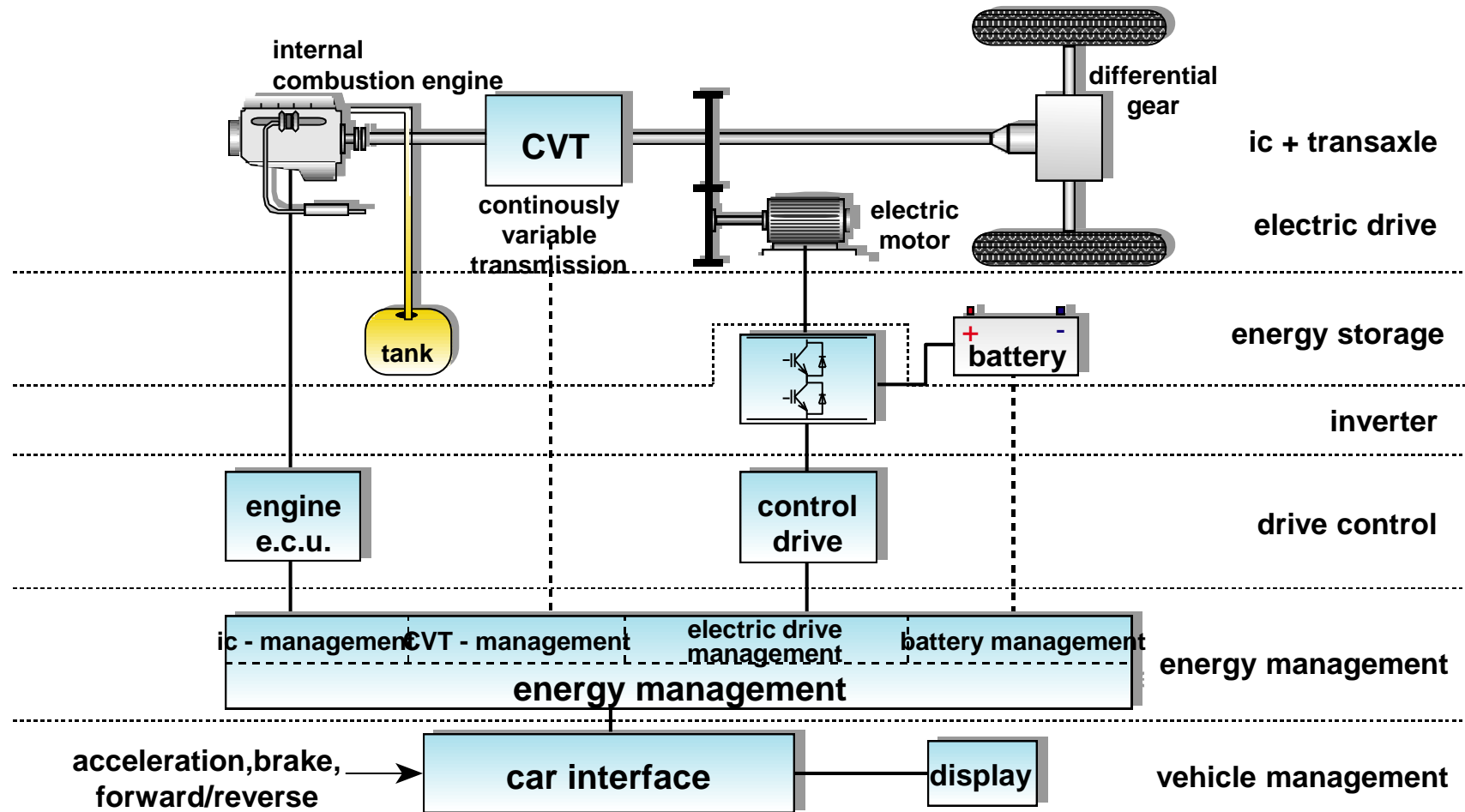
Arsitektur Kendaraan Hybrid– Parallel hybrids

Kunci karakteristik:

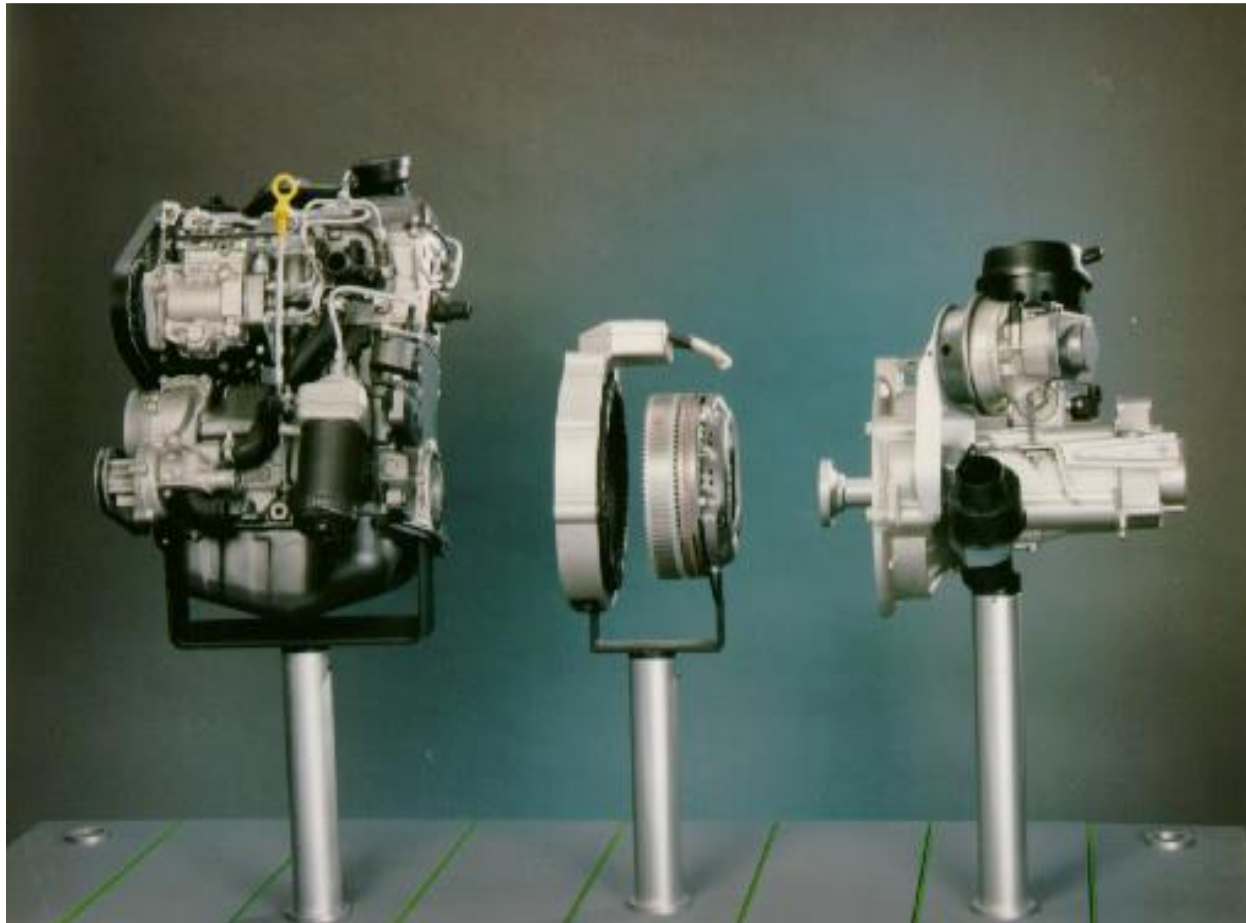
- Langsung, sambungan mekanis antara ICE, motor elektrik dan penggerak terakhir
- ICE dan motor-motor elektrik dapat memberikan traksi torsi pada waktu yang sama („parallel“)
- Varian yang berbeda, bergantung pada penyusunan dari EM ke komponen lainnya



Parallel Hybrid



Integrierter Starter-Alternator „ISA“



- Pertama „P1“ Hybrid
- VW Golf Hybrid, 1992
- Parallel Hybrid (mild)
- „Tambahan“ - solusi



ISA –Components (P1)

E-motor of a crankshaft integrated motor/generator



Inverter



Keuntungan dari aplikasi ISA



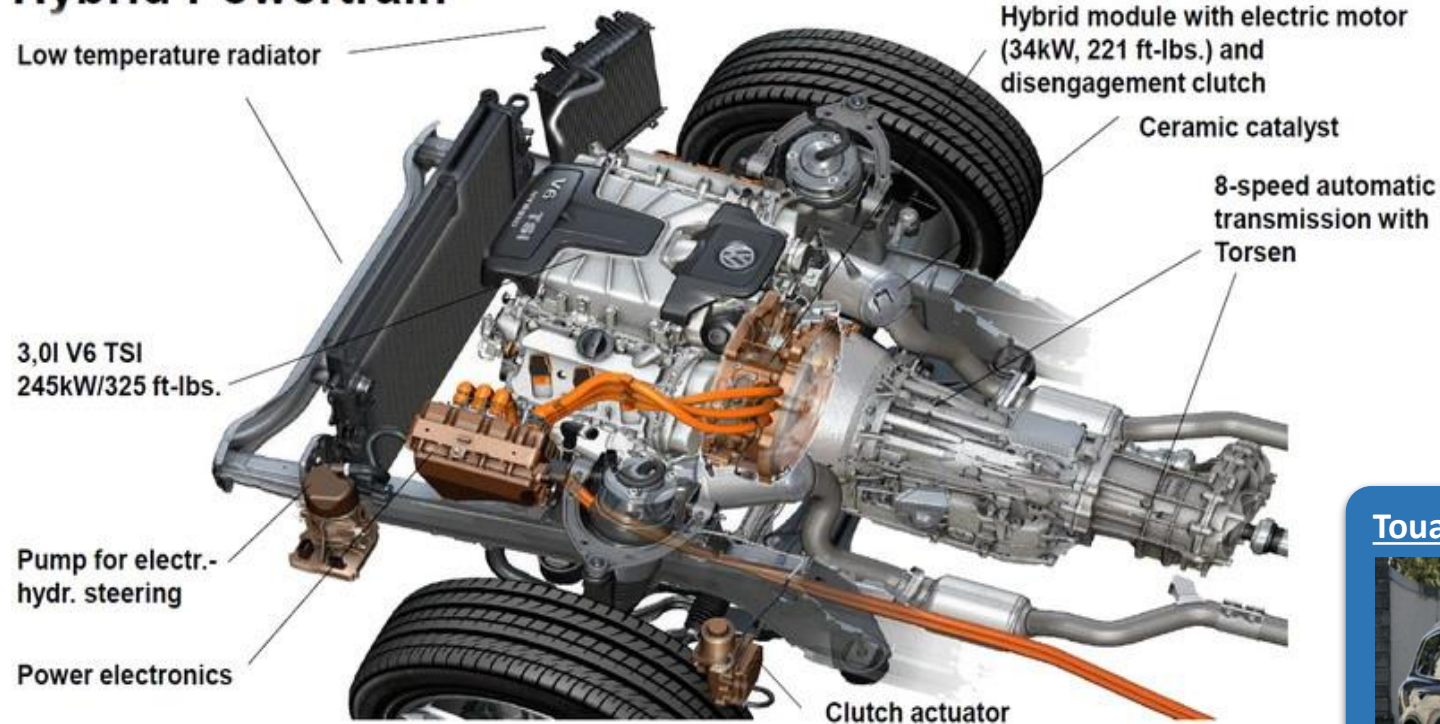
Berikut adalah keuntungan yang bisa didapat:

- Penggantian alternator yang tidak efisien dan penggantian motor starter laud dan berat
- Pasokan energi yang cukup jaring papan
- Sangat mulus, pendek dan hampir tidak ada suara start dari ice
- Awalan rpm yang tinggi (lebih baik memulai)
- Setidaknya dibutuhkan satu tingkat sabuk (cis) > mesin yang lebih pendek
- Realisasi yang lebih baik „Berhenti & Jalan“ – operasi (mudah and kurang bersuara)
- Redaman osilasi di power train
- Kecepatan idle rendah (konsumsi bahan bakar rendah)!
- „Tambahan“-berfungsi pada fase permintaan daya tinggi (menyalip)
- Pemulihan energi istirahat untuk mengisi ulang baterai dan/atau super-caps
- Kemungkinan untuk mengurangi ketidakteraturan siklus ice terutama untuk ice dengan 2 atau 2 silinder
- Peningkatan kenyamanan dengan penonaktifan silinder
- Kemungkinan untuk menggunakan e-motor kecil sekalipun selama kemacetan (penggerak listrik murni).
- Pengenalan kopling kedua yang dapat melepaskan ice



VW Touareg Hybrid „P2“

Hybrid Powertrain



- 2 kopling
- E-Motor pada transmisi otomatis, menggantikan konverter torsi

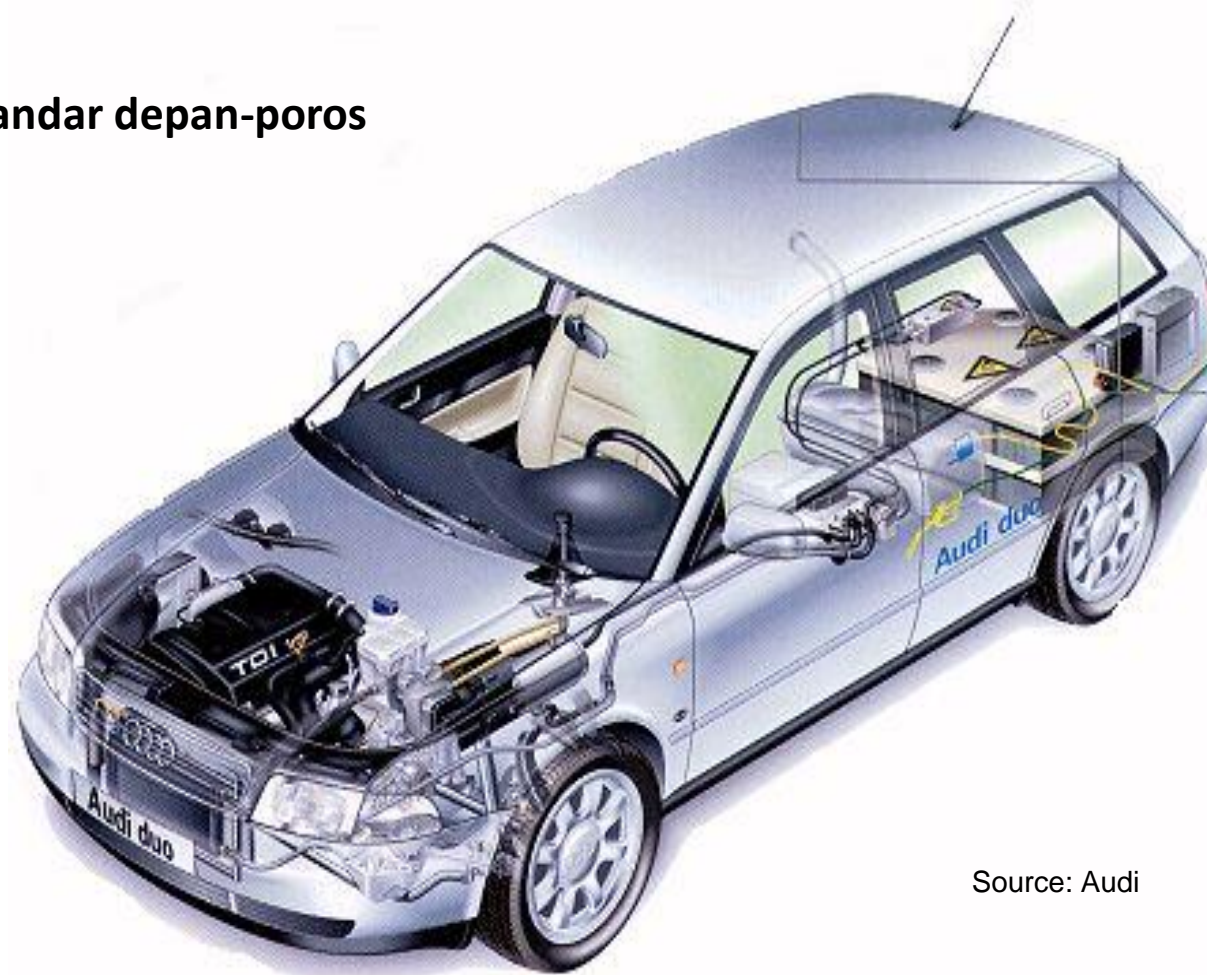
Touareg Hybrid



P2-Hybrid, 279 kW system power
3.0L V6 TSI, 35 kW electric motor
8.2 L/100 km, 0-100 km/h: 6.5 s

Parallel hybrid – Pertama “P4”

Audi Duo
(Tidak ada sambungan dari gandar depan-poros belakang)
„melalui jalan“ hybrid



Source: Audi



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Parallel hybrid - Ringkasan



- Langsung, penggerak mekanikal dari ice ke ban (effisiensi bagus)
- Solusi satu dan dua poros
- Mengurangi dinamik @ mungkin ice ketik CVT digunakan

Keuntungan dari parallel hybrids

- Hanya satu mesin listrik yang diperlukan
- Pengukuran dimensi dari komponen powertrain (ice > V_{max} ; E-Motor > kota)
- >>> potensial tinggi untuk konsumsi bahan bakar rendah

Kerugian dari parallel hybrids

- Ice tidak diam lagi dan tidak terlepas dari roda
- Pada kasus kombinasi dengan CVT, CVT juga tidak memiliki efisiensi yang sangat baik



Arsitektur Kendaraan Hybrid– Power Split

Sifat:

- Perangkat power split= set roda gigi planet
- Daya poros dibagi menjadi 2 alur: mechanical & electrical

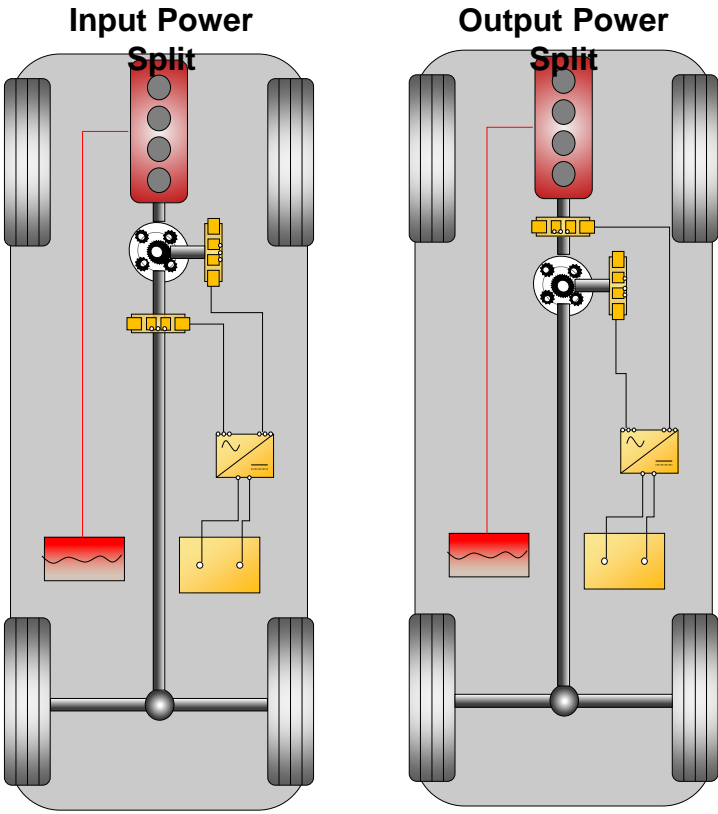
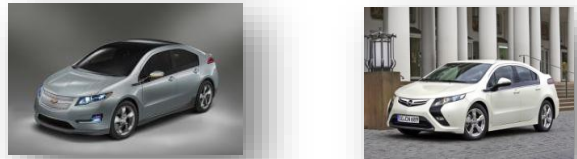
Input Power Split:

- ICE power → Traksi- dan pengisian daya

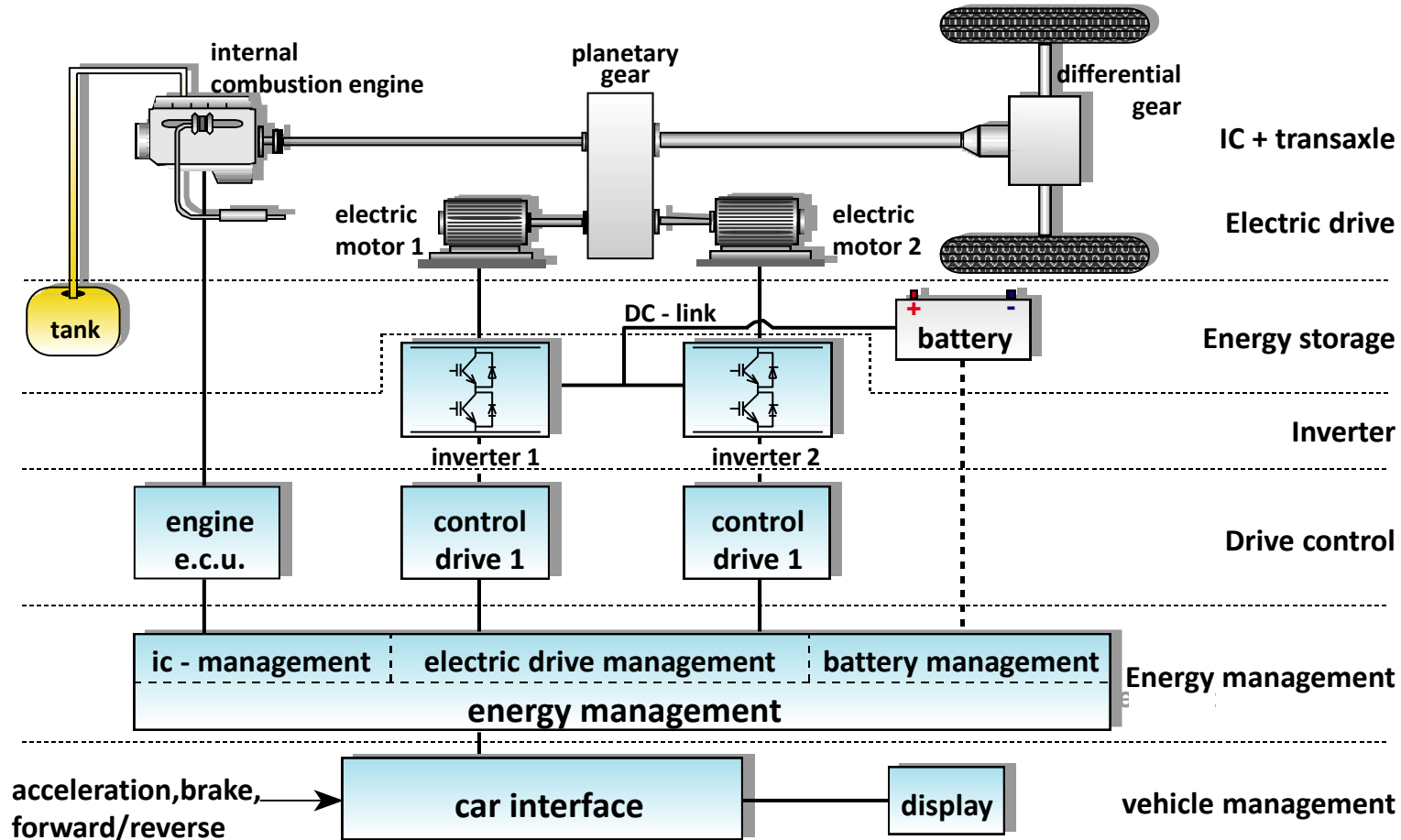


Output Power Split:

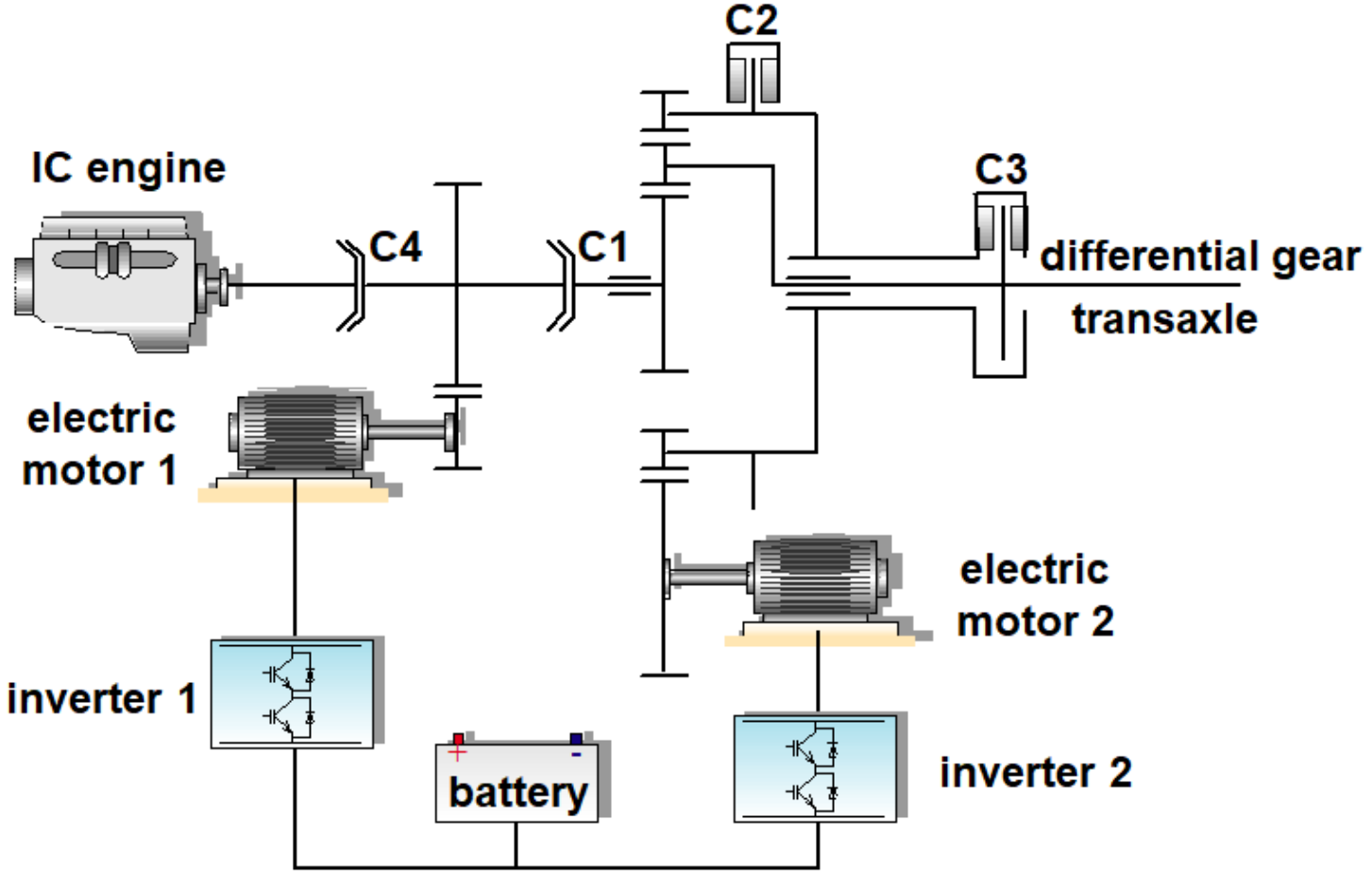
- ICE dan daya EM → Traksi- dan pengisian daya



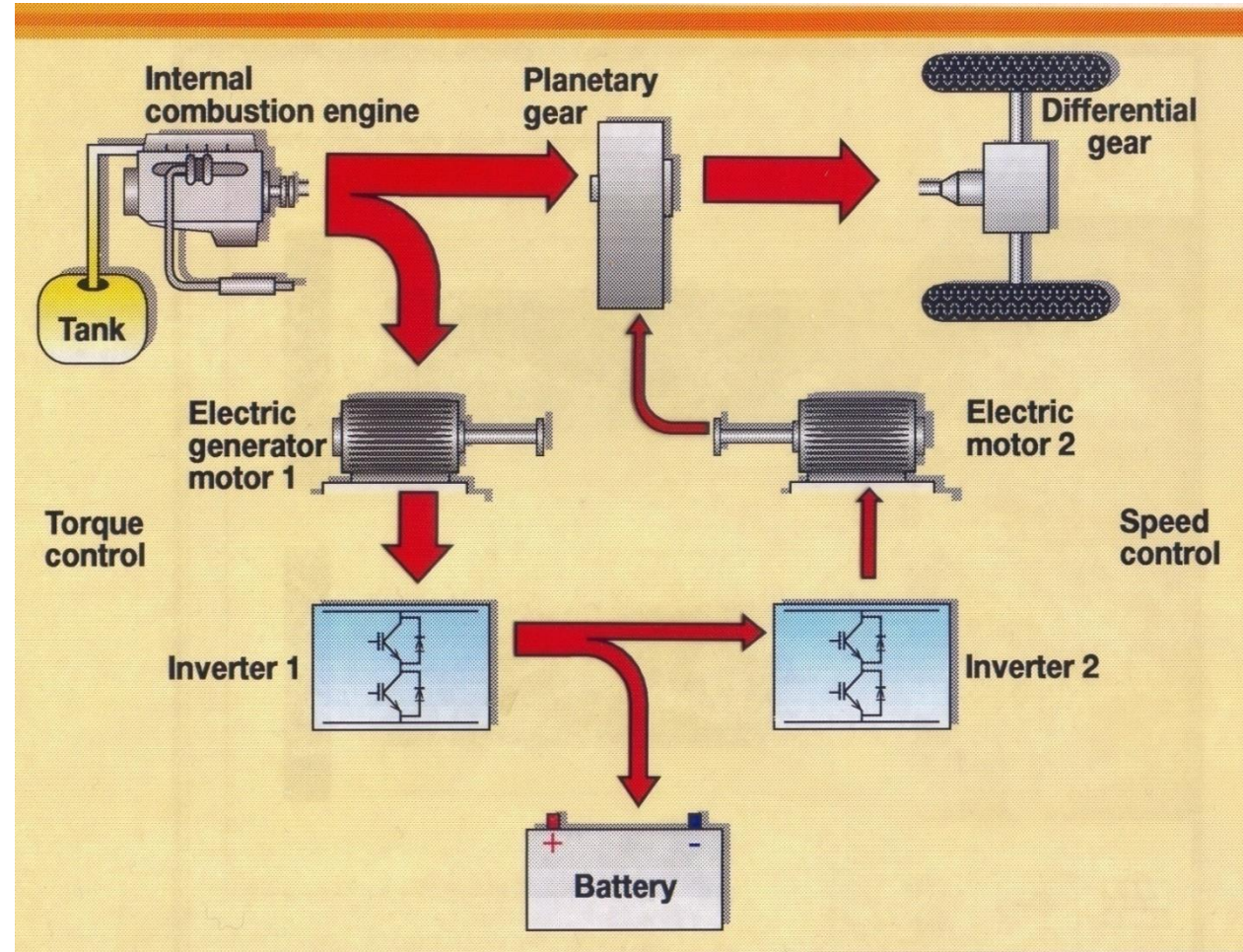
Power Split Hybrid



UHS Hybrid – Powertrain (AVL)



UHS / THS Hybrid – Drive Power flow in CVT Mode



Power split hybrids



Kereta penggerak hybrid campuran („electro-mechan. transmisi)

Struktur hybrid yang dapat dipilih > operasi pada series dan juga parallel hybrid memungkinkan

Contoh: AVL Universal-Hybrid System (UHS)

- Distributor aliran energi = Planetary gear
- Electro motor (EM1) mengendalikan torsi keluaran
- Electro motor (EM2) mengendalikan kecepatan keluaran

Keuntungan dan kerugian dari hybrid campuran:

- Kombinasi keuntungan dan kerugian dari series dan parallel hybrid
- Upaya (mesin, controller)
- Daya idle bahaya



Toyota Prius – a power split hybrid



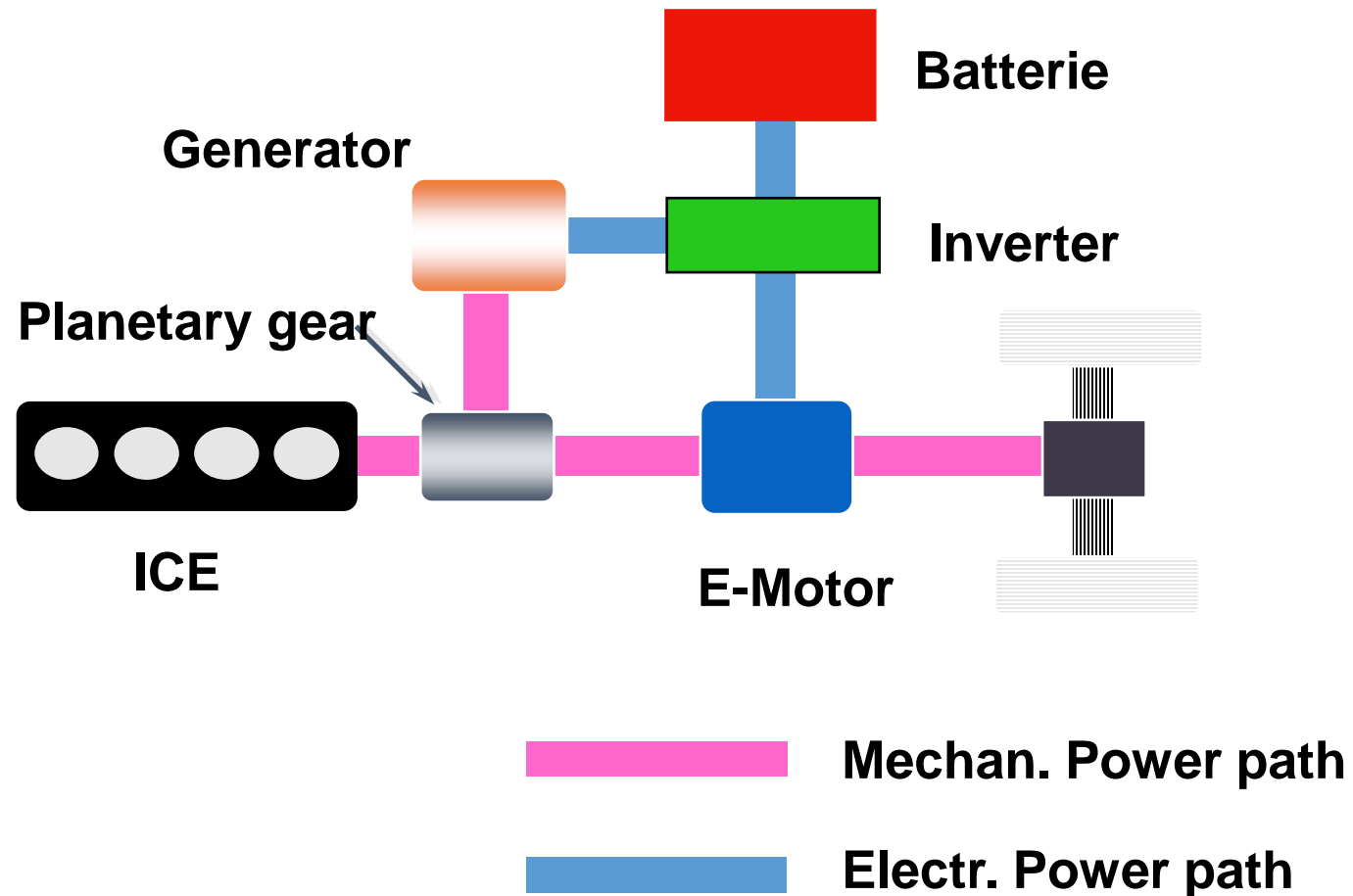
Kendaraan hybrid
produksi massal
pertam pada tahun
1996

Power split hybrid
(menggunakan gigi
planetary)

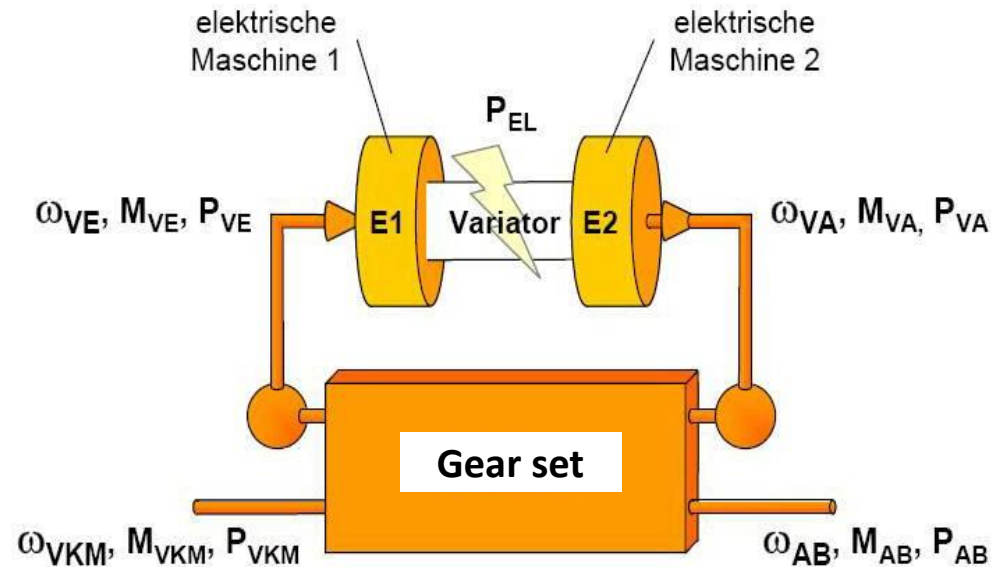


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

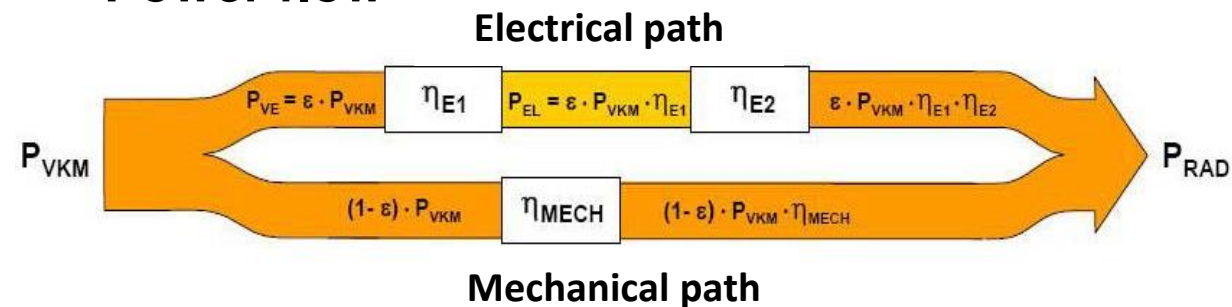
Sistem Toyota Prius THS



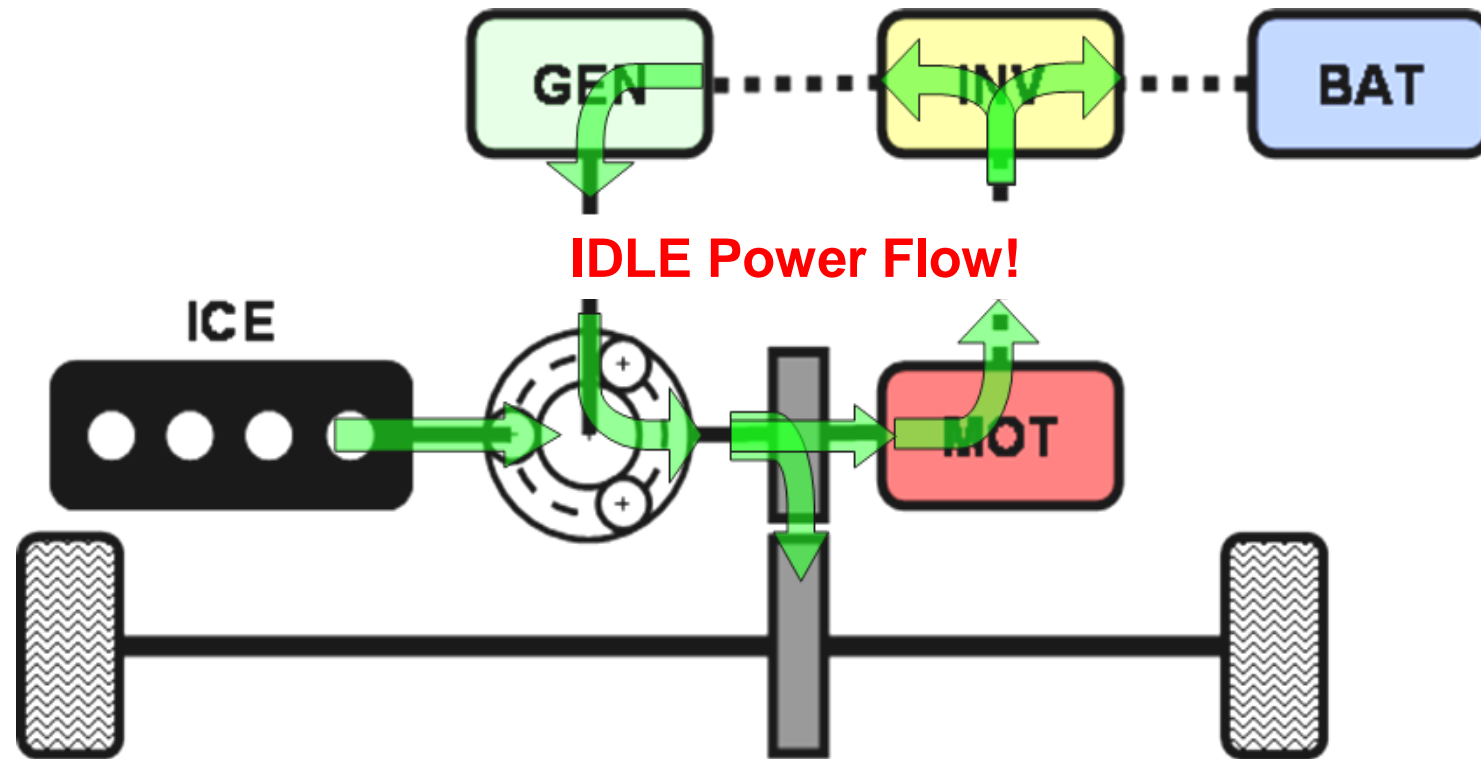
Desain umum dari sebuah power split transmisi dengan 2 elektrik motor



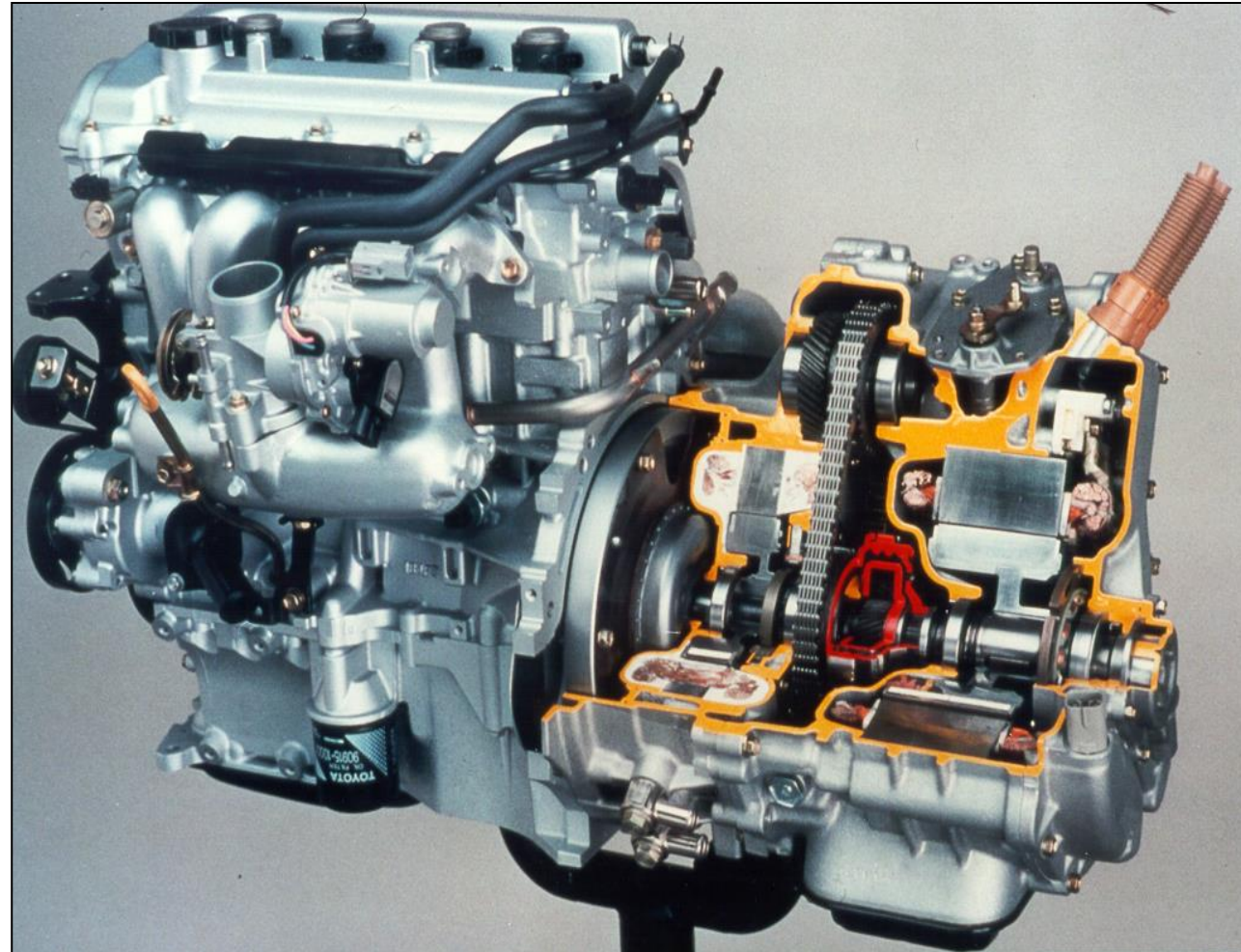
Power flow



Kerugian dengan menggunakan planetary gears: Daya idle mengalir dengan with Prius powertrain



THS I System in natura

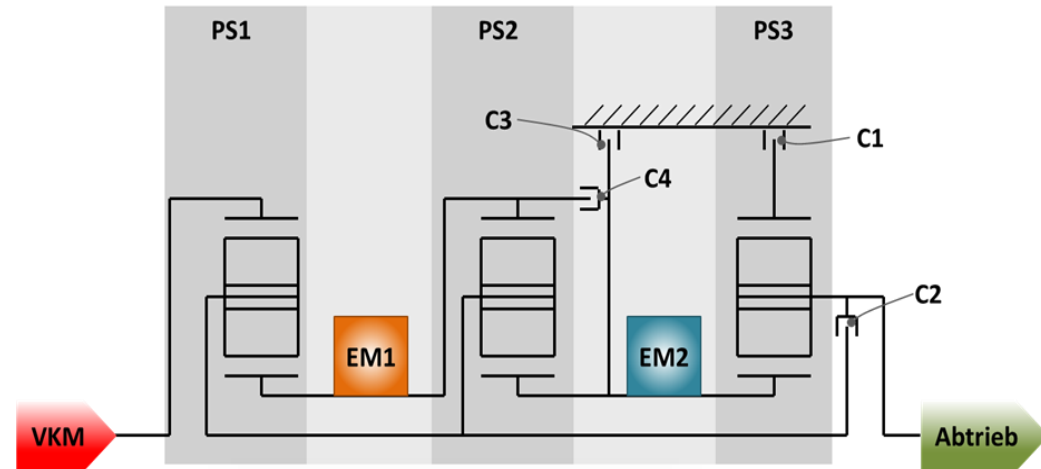
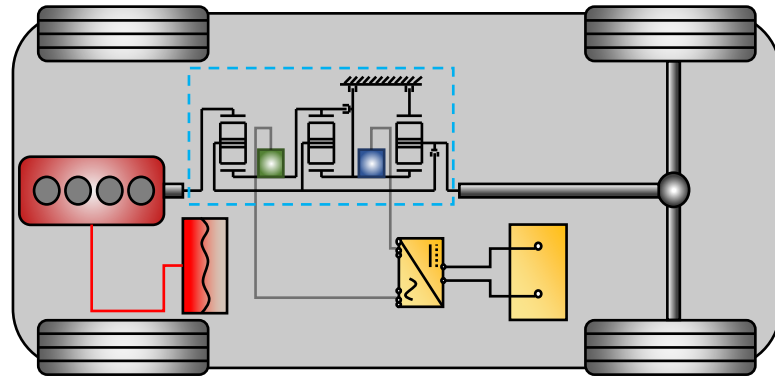


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

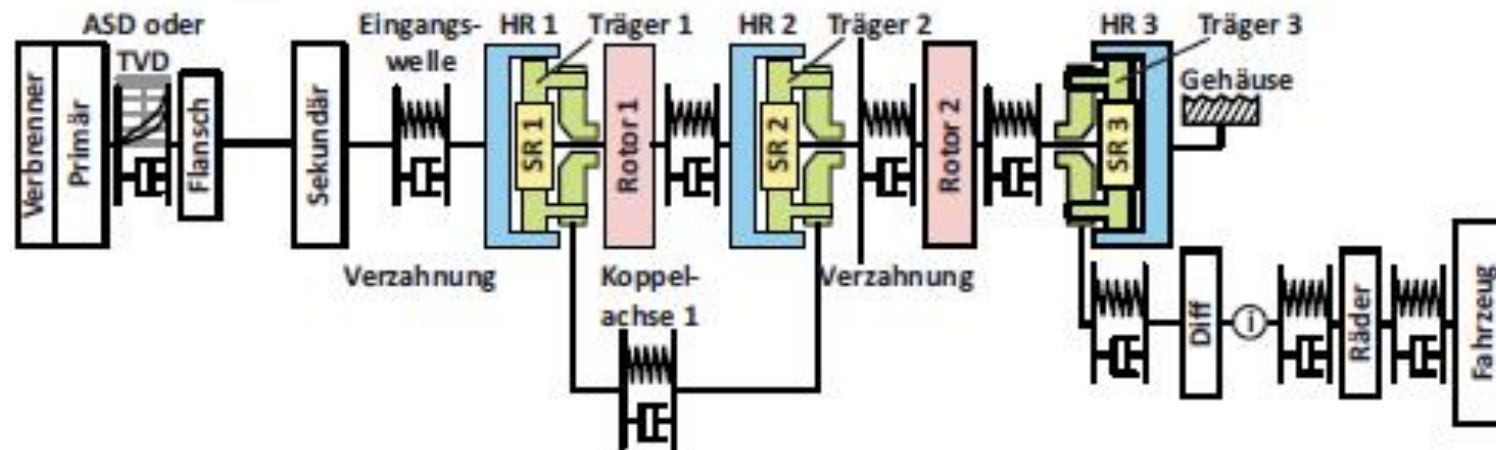
Pengembangan lebih lanjut— Dua-Mode-Hybrid

Kunci Karakteristik:

- 2 elektrik motors, 3 set planetary; 2 kopling (C2, C3), 2 rem (C1, C4)
- 2-Mode: baik input power split atau banyak power split



AHS-C Transmission Dalam BMW X6



ICEs dalam konsep hybrid



Masalah untuk pengukuran dimensi:

Banyak daya tersebar:

- Kemacetan kota (4-8 kW);
- Jalan raya, Daya permintaan tinggi(60-120 kW)

A) Mesin piston konvensional

- Mesin Diesel
- Mesin Gasoline
- Mesin dengan bahan bakar alternatif

B) Ice special dengan pembakaran dalam bebas mesin-mesin piston

- Mesin piston rotary (Wankel,..)

C) ICEs dengan pembakaran external

- Turbin gas
- Mesin pengaduk
- Mesin uap



ICEs dalam konsep hybrid konsep – Lanjutan



Mesin Gasoline

- Varian yang paling disukai, terutama untuk aplikasi hybrid seri
- Dengan perpindahan kecil perbedaan konsumsi bahan bakar dibandingkan dengan mesin Diesel rendah
- Memenuhi persyaratan emisi yang ketat (yaitu ULEV) dengan Lambda=1-konsep
- Tingkat konversi katalis lebih dari 98%, dengan karbon hidro 99%
- Keuntungan: NVH, biaya produksi lebih kecil dan penerimaan pelanggan lebih tinggi
- Ketersediaan di kelas perpindahan kecil (sepeda motor dll)

Mesin Diesel

- TDI dengan pendinginan dalam menjanjikan konsumsi bahan bakar terbaik >> CO2 terbaik –reduksi
- Emisi keluar mesin yang relatif rendah, tetapi masih masalah Nox
- Kekurangan: relatif berat dan keras, upaya besar dalam emisi yang dibutuhkan (emisi partikel), NVH, masalah penerimaan
- Standar ULEV dengan teknologi saat ini sulit dicapai



ICEs dalam konsep hybrid– Lanjutan



Turbin Gas dan Mesin Pengaduk:

- Baik dalam aplikasi stasioner (yaitu range extender), lebih buruk dalam aplikasi dinamis
- Kemampuan multi-bahan bakar
- Emisi mentah terendah yang dapat dicapai, terutama emisi NOx yang sangat rendah
- Turbin gas adalah mesin aliran dan membutuhkan aliran massa tinggi (tidak cocok untuk output daya kecil atau kondisi beban sebagian!)
- Prospek efisiensi yang bagus, tapi
- Turbin gas dan mesin Stirling yang efisien membutuhkan penukar panas!
- Penukar panas membutuhkan ruang spesifik yang terlalu besar dan memiliki bobot yang terlalu besar
- jangka pendek hingga menengah tidak ada prospek yang baik untuk aplikasi dalam hybrid



Hybrid powertrain – mode operasi utama



Berikut tipikal hybrid yang perlu direalisasikan oleh sistem kontrol hybrid:

- **Strategi Start/Stop:** mesin mati saat kendaraan berhenti dan langsung mulai Ice saat menyentuh pedal gas
- **Pemulihan:** pemulihan energi pengereman dengan mode generator e-motor, pengisian baterai traksi saat mengemudikan kendaraan
- **Boosten“:** penambahan motor listrik dan torsi ice dalam waktu singkat untuk akselerasi
- **Perpindahan beban ic-engine :** pengisian baterai selama mengemudi dengan ic-engine (permintaan torsi lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk mengemudi, menggunakan area efisiensi yang lebih baik dari peta mesin
- **Pengisian baterai saat kendaraan berhenti:** mode generator



Hybrid powertrain – Mode operasi utama



Berikut tipikal hybrid yang perlu direalisasikan oleh sistem kontrol hybrid:

- **Strategi Start/Stop:** mesin mati saat kendaraan berhenti dan langsung mulai ice saat menyentuh pedal gas
- **Pemulihan energi:** pemulihan energi pengereman dengan mode generator e-motor, pengisian baterai traksi saat mengemudikan kendaraan
- **“Boosten”:** penambahan motor listrik dan torsi ice dalam waktu singkat untuk akselerasi
- **Perpindahan beban ic-engine :** pengisian baterai selama mengemudi dengan ic-engine (permintaan torsi lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk mengemudi, menggunakan area efisiensi yang lebih baik dari peta mesin
- **Pengisian baterai saat kendaraan berhenti:** mode generator



Hybrids – sebuah Alternatif?!



Beberapa pertanyaan:

- **Beri saya tanggapan tentang konten ini!**
- **Apa sikap mengajar Anda tentang hybrid?** Apakah orang berpikir "solusi murni" (BEV) atau PT konvensional lebih baik dan hibrida hanyalah solusi perantara?
- **Apakah menurut Anda aplikasi hibrida dapat memperpanjang umur ice** (ingat presentasi Thomas tentang larangan ice dalam 5 hingga 20 tahun?). Apakah kombinasi dengan bahan bakar alternatif masuk akal?
- **Bagaimana kita bisa membuat siswa tertarik pada hybrid?**
 - Apakah Anda memiliki lab mesin/infrastruktur yang juga dapat Anda uji kombinasi motor ice dan motor listrik di lab Anda?
 - Dapatkah Anda melakukan simulasi dan eksperimen ice/e-motor?
- **Target pembelajaran untuk siswa di “Hybrid”**
 - Dapatkan Ikhtisar tentang semua kemungkinan arsitektur, karakteristik komponen utama, dan masalah aplikasi
 - Pahami pro dan kontra yang berbeda untuk pengaturan hybrid yang berbeda dan kemungkinan konsumsi bahan bakar/CO2
 - Memahami dampak teknis, sosial, dan lingkungan





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student's Employability and Regional Development



<https://www.facebook.com/unitederasmus/>



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Pilihan untuk pengurangan Mobilitas CO₂

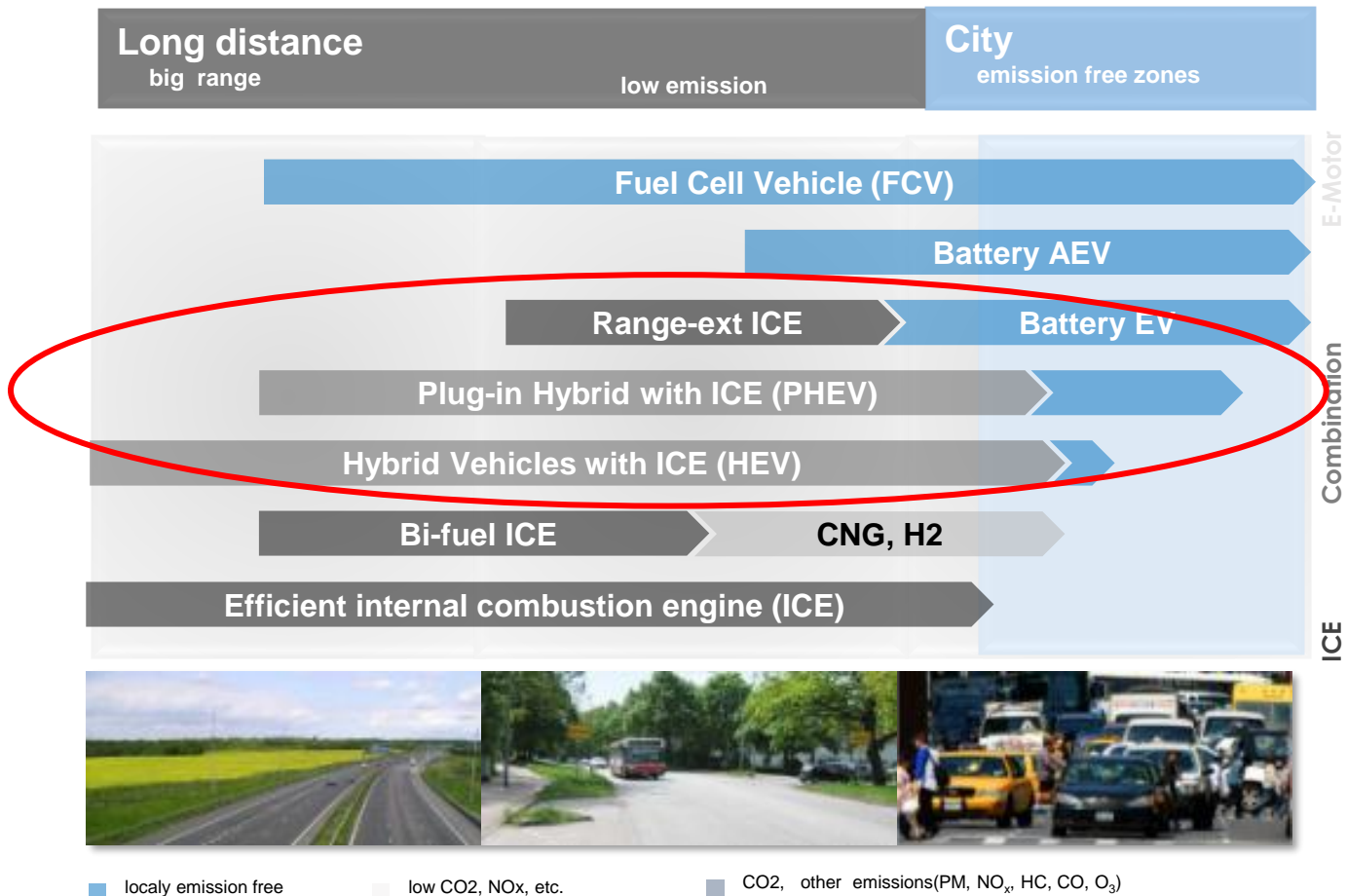
ICE / Electric Hybrid Powertrain



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Diversifikasi Powertrain di Masa Depan

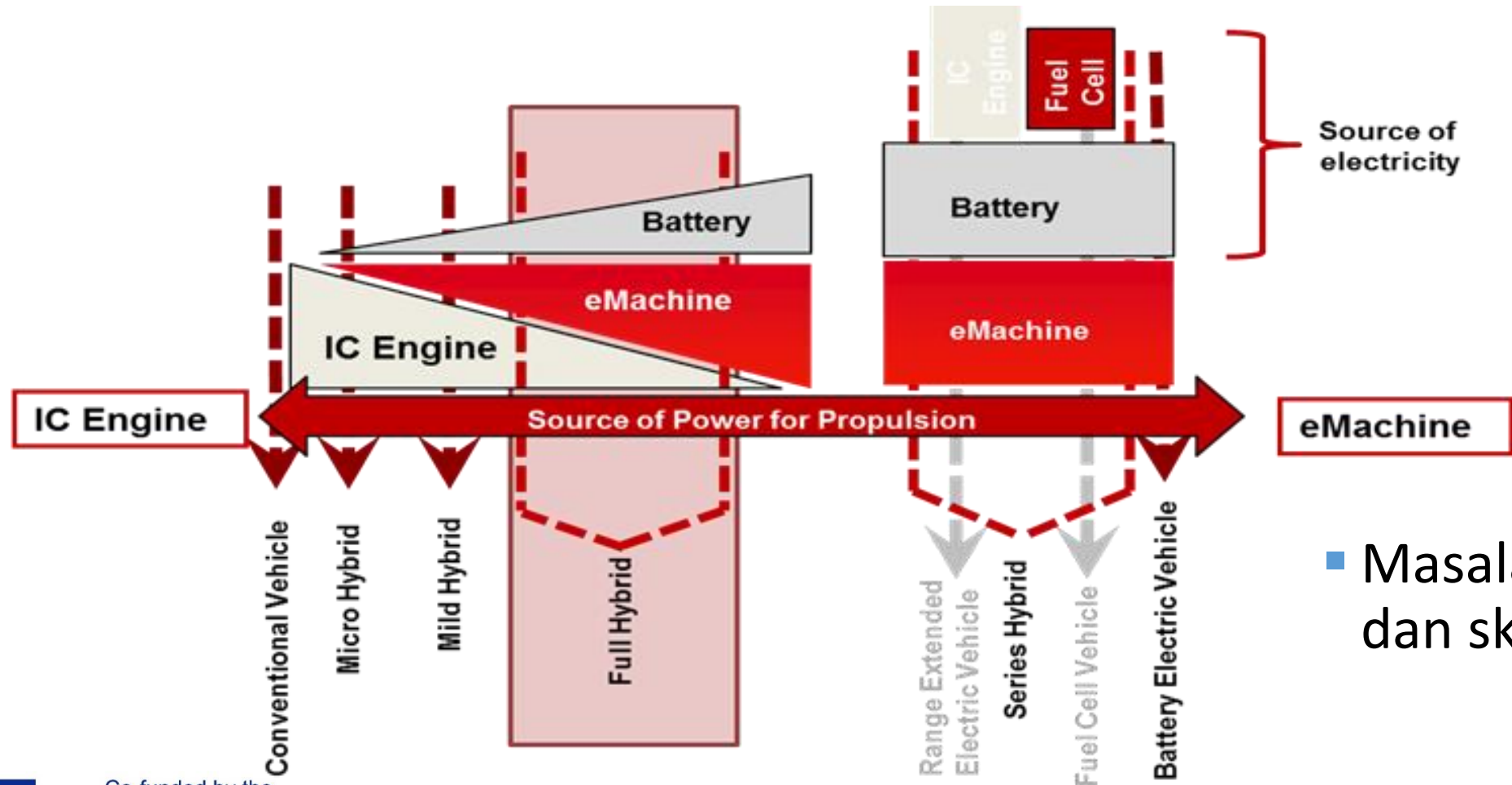


Diversification powertrains dan bahan bakar untuk untuk memenuhi undang-undang CO₂

Powertrains canggih

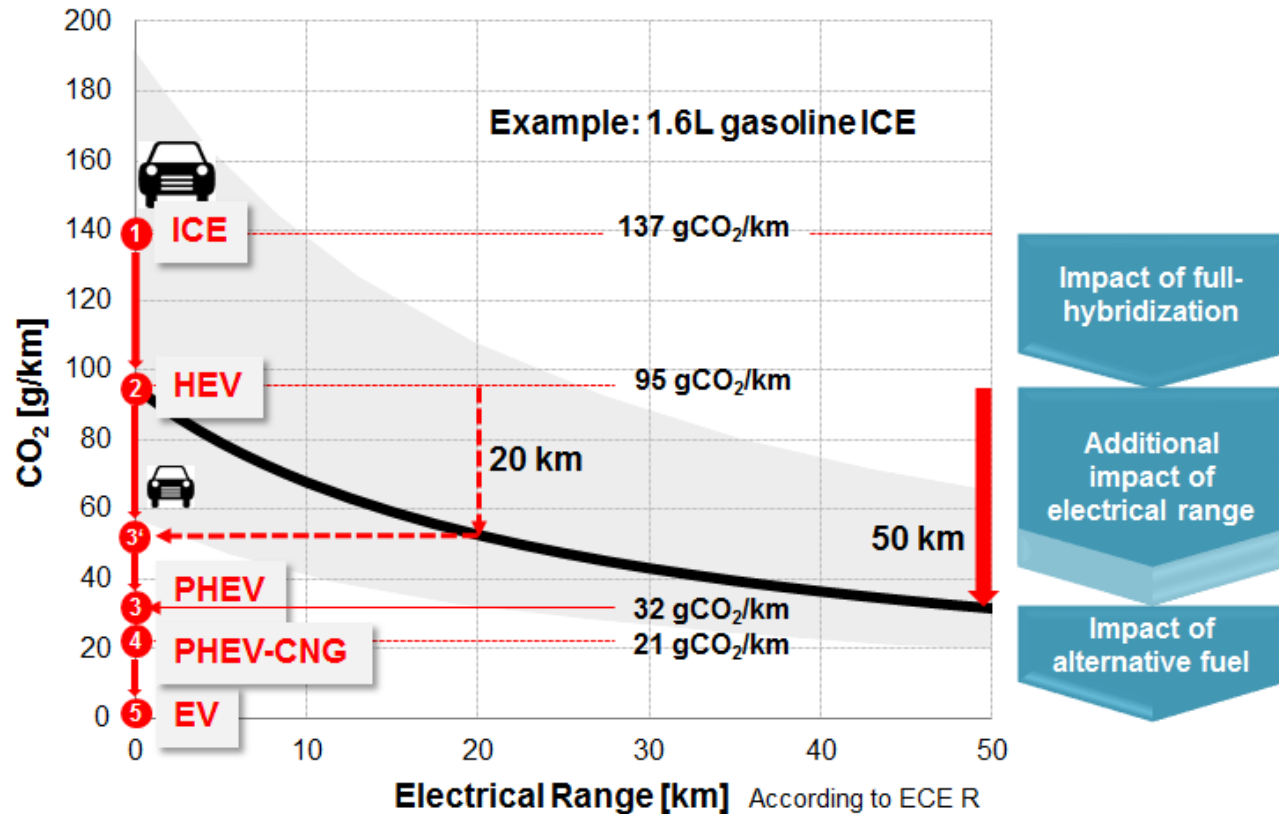
- Permintaan permesinan tinggi
- Komponen & system baru
- Elektrifikasi membutuhkan system baterai dengan kepadatan energi yang tinggi.
- CNG dan hydrogen membutuhkan teknanan tinggi dan penyimpanan gas.

Elektrifikasi PWT



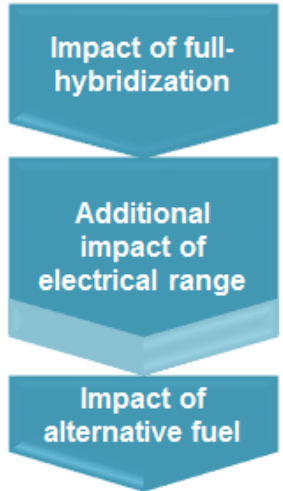
- Masalah dimensi dan skala

Undang-Undang UE mempromosikan Hibridasi



Menurut ECE R 101:
 $M = (D_e \cdot M_1 + D_{av} \cdot M_2) / (D_e + D_{av})$

M...massa emisi dari CO₂ [g/km]
M₁...CO₂ [g/km] dengan perangkat penyimpanan energi atau daya listrik yang terisi penuh
M₂...CO₂ [g/km] dengan debit maksimum dari kapasitas perangkat penyimpanan
D_e...jangkauan listrik kendaraan
D_{av}...25km (jarak rata-rata yang diasumsikan antara pengisian ulang dua baterai)



- Pengurangan CO₂ bergantung pada jangkauan listrik
- Tidak ada keuntungan untuk baterai yang lebih besar
- Cocok terutama untuk perjalanan pergi pulang
- Meningkatkan penerimaan elektrifikasi

Hybrid – Powertrain I - Pros



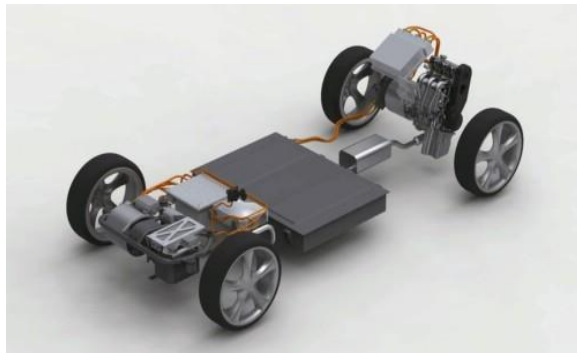
Penggerak hybrid=

Kombinasi dari mesin pembakaran dan powertrain elektrik :

Argument-argument untuk kendaraan hybrid:

- Jangkauan bebas emisi di lingkungan perkotaan
- Pengurangan konsumsi bahan bakar berkurang dalam berkendara di kota (up to 30%)
- Fungsi tambahan seperti mulai/berhenti, pemulihan energi rem
- Besar, jangkauan biasa dan kapasitas transportasi
- Kegunaan universal di semua zona lalu lintas
- Emisi ice sekecil mungkin dalam mode hybrid
- Mengurangi ketergantungan dari baterai (tidak ada kecemasan /tidak ada sindrome baterai lemah)
- Menggunakan infrastruktur yang sudah ada
- Penerimaan pelanggan pada akhir ini yang tinggi

Hybrid – Powertrain II - Cons



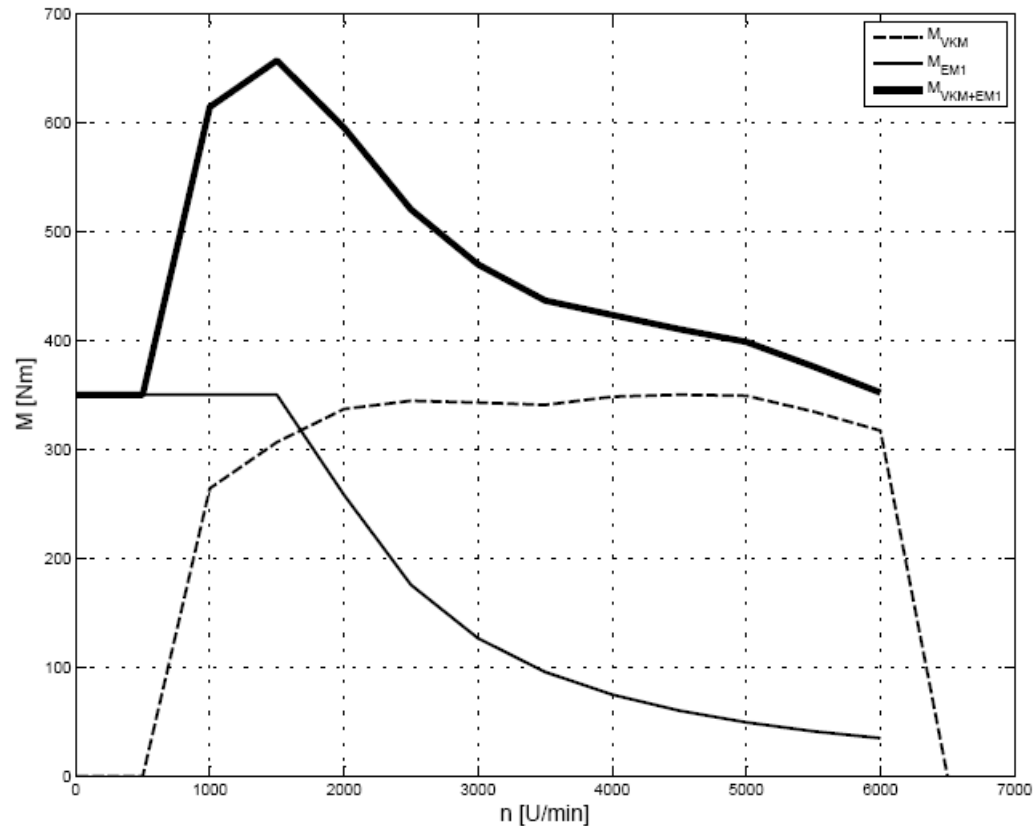
Penggerak hybrid=
Kombinasi dari mesin pembakaran dan powertrain elektrik :

Argument-argument untuk kendaraan hybrid

- Biaya dan kerumitan produksi tinggi
- Berat bertambah dan and kebutuhan ruang terutama untuk baterai
- Upaya tinggi dalam kontrol untuk dua penggerak
- Tidak ada pengurangan konsumsi bahan bakar pada kecepatan tinggi
- Status perkembangan tinggi dan kualitas yang dibutuhkan untuk masuk pasar.
- Tidak menyelesaikan masalah utama mengenai konsumsi bahan bakar fosil dan CO₂

>> Powertrain hybrid mengkombinasikan kelebihan dan kekurangan dari kedua penggerak!

Hybrid – Powertrain - Torque potential



- Kombinasi dari dua penggerak juga menawarkan potensi daya tinggi:
- „Power-HEV“ dengan sangat menyenangkan untuk berkendara“
- Karakteristik torsi dari kedua penggerak dapat ditambahkan!



Hybrid – Evaluasi Efisiensi Powertrain



Powertrain hybrid menawarkan tingkat kebebasan tambahan dibandingkan dengan penggerak listrik konvensional murni.

Effisiensi powertrain bergantung pada :

- arsitektur hybrid yang dipilih,
- efisiensi dari komponen,
- dan strategi pengoperasian yang dipilih (Baru!).

Perhitungan / „Aturan umum“

1. Setiap transformasi energi mengakibatkan kerugian
2. (Di antara)Penyimpanan energi juga mengakibatkan kerugian
3. Pengoperasian komponen besar di Sebagian beban tidak efisien



Hybrid – Klasifikasi Powertrain



Arsitektur Hybrid:

- Series- Hybrid
- Parallel-Hybrid
- Pembagian daya/ gabungan dari variabel struktur penggerak hybrid

Daya hybrid:

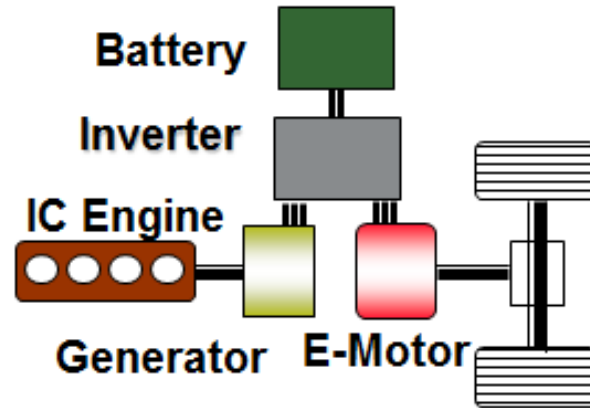
- Micro - Hybrid (alternator yang ditingkatkan/kombinasi generator, 2-5 kW)
- Mild - Hybrid (app. 10-15 kW E- Motor, voltase level 12V , 48 V, tetapi dibawah 200 V)
- Full - Hybrid (E-Motor > 15 kW, penyimpanan energi lebih besar; voltase 150 sampai 800V)

Strategi pengisian baterai: „Autarkic“ atau „Menyambungkan“ Hybrid

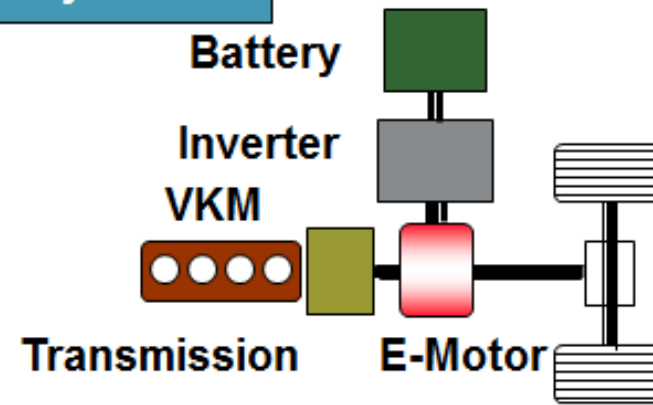


Hybrid – Arsitektur Dasar

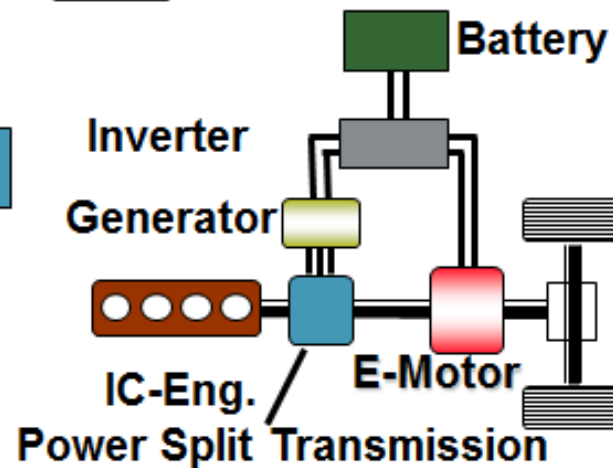
Series-Hybrid



Parallel-Hybrid



Power Split Hybrid

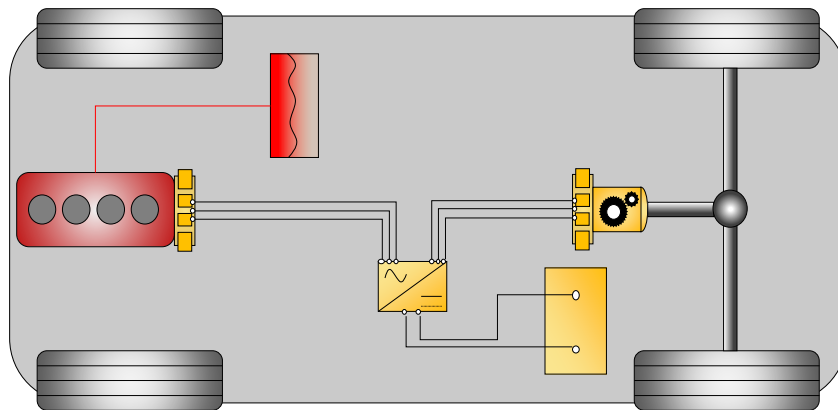


Arsitektur Kendaraan Hybrid– “Series Hybrid!”



Kunci karakteristik:

- Tidak ada sambungan mekanikal antara ICE dan penggerak terakhir
- ICE menggerak generator pada titik beban efisiensi tinggi
- Motor traksi disuplai dengan daya listrik dari baterai dan atau generator



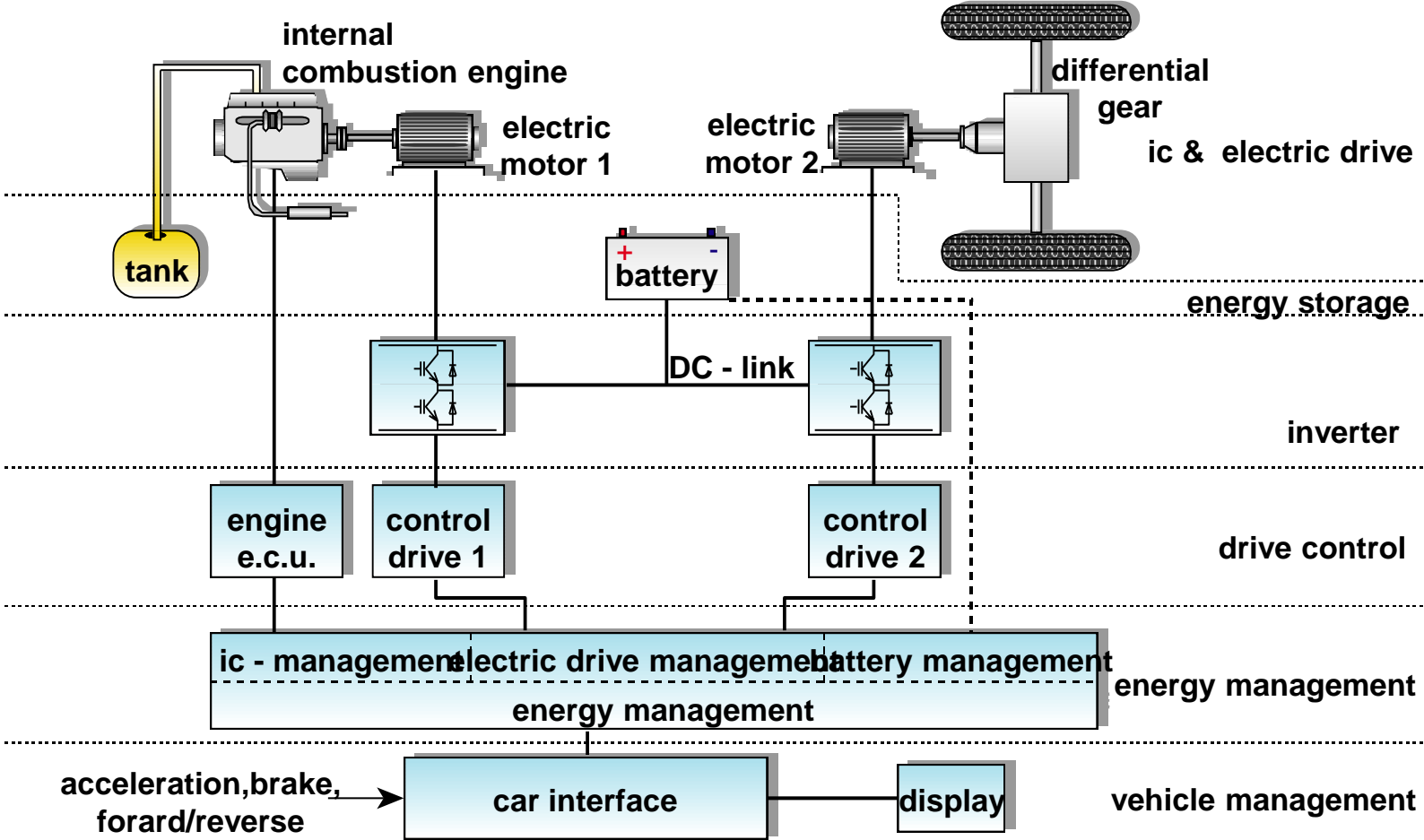
Series Hybrid



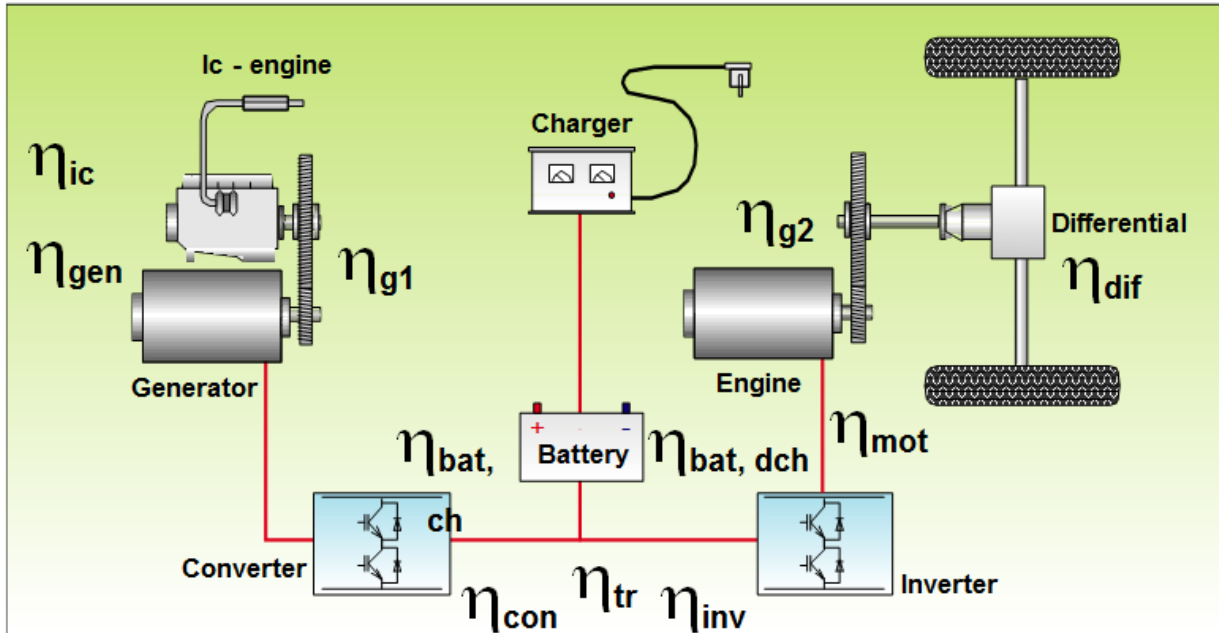
Fisker Atlantic



Series hybrid



Effisien rantai dengan series hybrid



Fuel-tank

$$\downarrow \eta_{ic} * \eta_{g1} * \eta_{gen} * \eta_{con} * \eta_{tr} * (\eta_{bat, ch} * \eta_{bat, dch}) * \eta_{inv} * \eta_{mot} * \eta_{g2} * \eta_{dif}$$

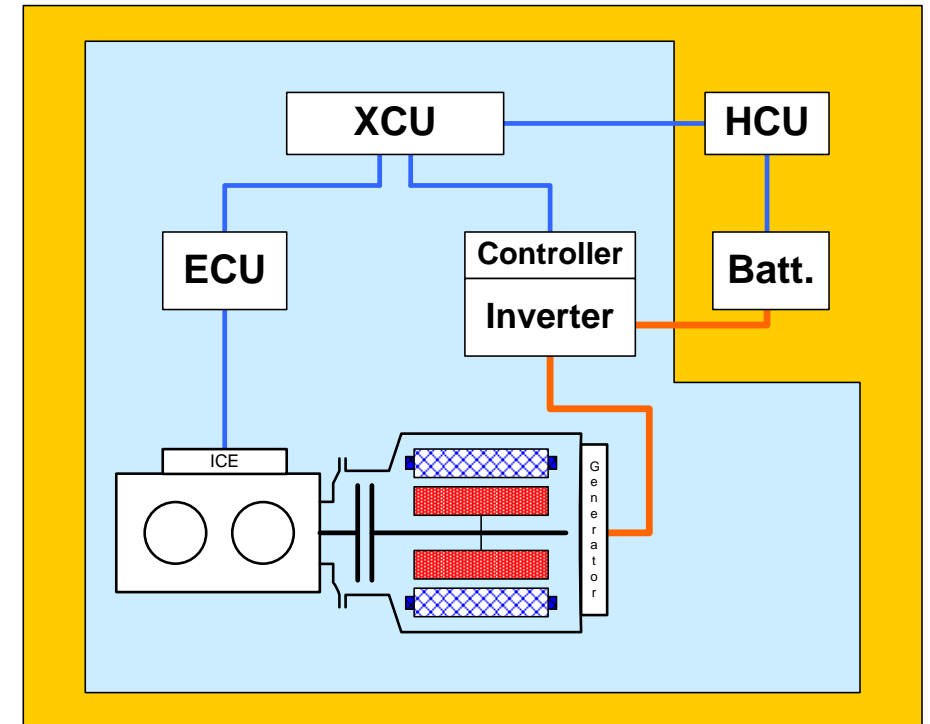
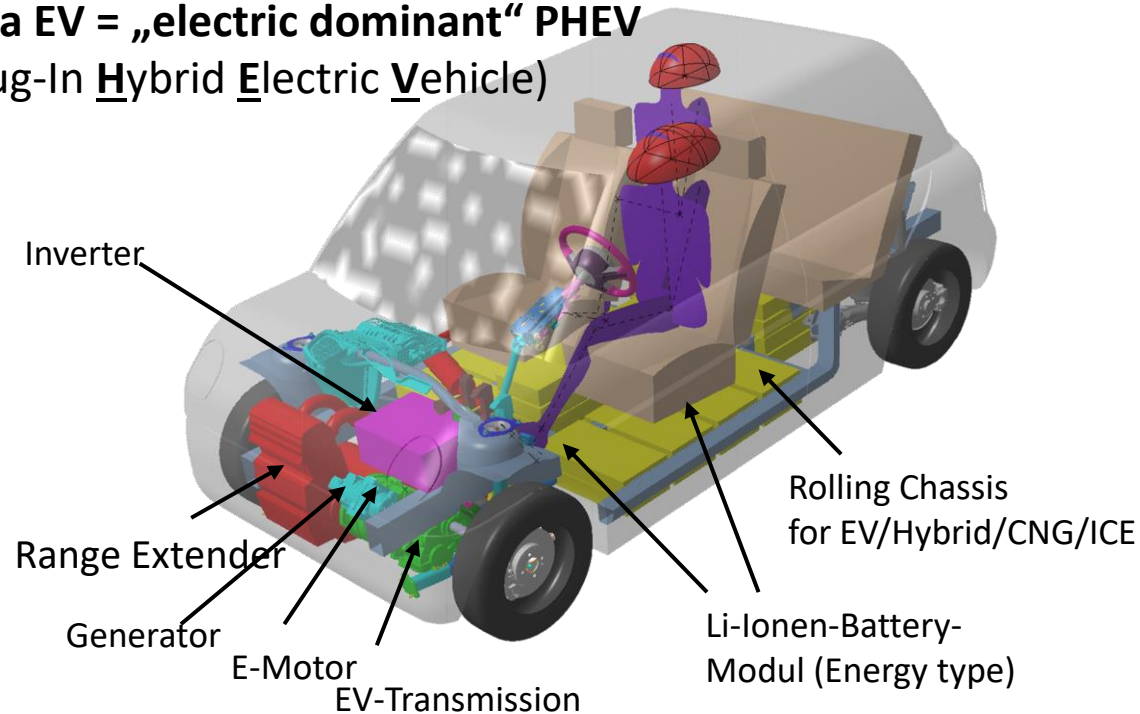
$\uparrow * \eta_{chm} \leftarrow \text{main}$



Series hybrid bagus untuk emisi, tetapi rantai efisiensi yang panjang tidak baik untuk konsumsi energi walaupun dengan „titik operasional terbaik“ strategi ice; mahal pada daya tinggi!!

Perluasan Jangkauan- Magna Mila EV

Mila EV = „electric dominant“ PHEV
(Plug-In Hybrid Electric Vehicle)



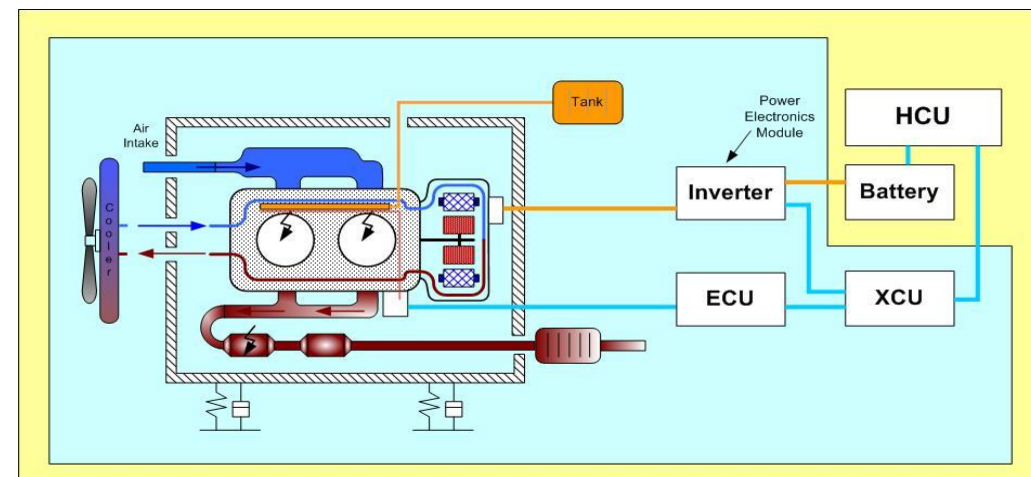
Source: MagnaSteyr

Pengertian REEV & PHEV

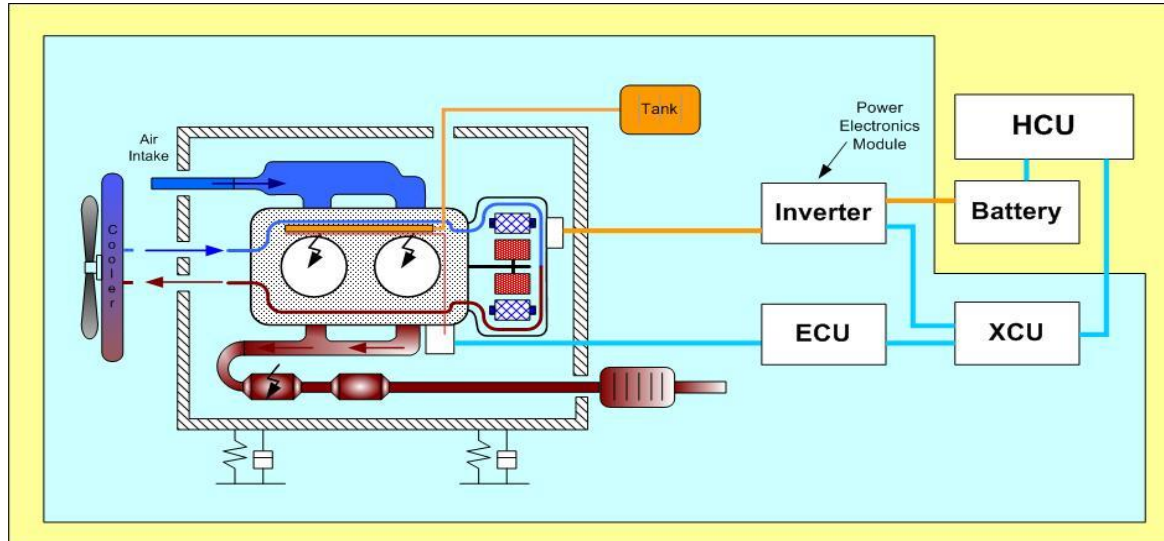
- Sistem pengisian daya & pasokan energi terpasang untuk (Hybrid-) EVs
- Unit compact terdiri dari ice yang kecil, generator listrik /(motor) dan cadangan sistem (pasokan bahan bakar, sistem pembuangan, pengontrol kendaraan).

Penerapan REX pada kendaraan yang didominasi tenaga listrik > 3 kemungkinan:

- Unit pengisian untuk kendaraan berpengerak listrik dalam susunan seri.
- tambahan kopling mekanis ke roda secara paralel, juga >> PHEV
- kombinasi fleksibel dari dua kemungkinan (dapat diganti dengan kopling)



Intergrasi REX



- Pemasangan suara mekanis dengan rangka ekstra, peredam/pegas
- Sistem asupan udara dengan filter dll.
- Kapsul akustik (sangat penting!!)
- Pembuangan setelah perawatan dan pembuangan pipa /integrasi muffler
- Kabel voltase tinggi, dihubungkan ke baterai dan inverter
- Penghubung dari ECU, xCU (gerbang) ke pengontrol hybrid

Kesimpulan dari REEV (REX) power discussion



- “kecil” Perluasan Jangkauan– daya hanya cukup untuk memperbesar rentang dalam skenario mengemudi perkotaan.
- Dengan skenario jalan raya, REX yang terlalu kecil cepat lambat akan menyebabkan kinerja kendaraan yang lebih rendah atau terhenti sehingga baterai yang habis.
- REX yang terlalu kecil yang tidak dapat meningkatkan status pengisian baterai secara signifikan saat mengemudi di jalan raya, mencegah keberhasilan masuk kembali ke scone lingkungan sensitif atau kota dalam tenaga listrik murni.
- Daya REEV / REX untuk penumpang setidaknya harus 30 kW atau lebih besar, sehingga jika baterai habis, pengembalian ke pangkalan/rumah dimungkinkan dengan kinerja yang dapat diterima
- Dengan peningkatan kekuatan REX, REEV dan PEHV menjadi lebih dekat satu sama lain! Direkomendasikan untuk beralih ke sistem hybrid paralel!



Examples for „after sales“ series hybrides



Lainnya „Perluasan Jangkauan“-Solusi



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Series hybrid - Ringkasan



Keuntungan dari series hybrid

- Awal start yang tertunda dari gen-set memungkinkan pemanasan awal mesin dan katalis
 - > emisi dioptimalkan pada strategi awal
- Pengoperasian mesin pada titik pengoperasian terbaik (bsfc &/atau emisi)
- Pengoperasian stasioner dengan menghindari puncak emisi dinamis
- Strategi penutupan khusus
- Strategi untuk operasional berselang seling (i.e. bergantung pada katalis yang mendingin)
 - >>> potensi tertinggi untuk pengurangan emisi

Kerugian dari series hybrid

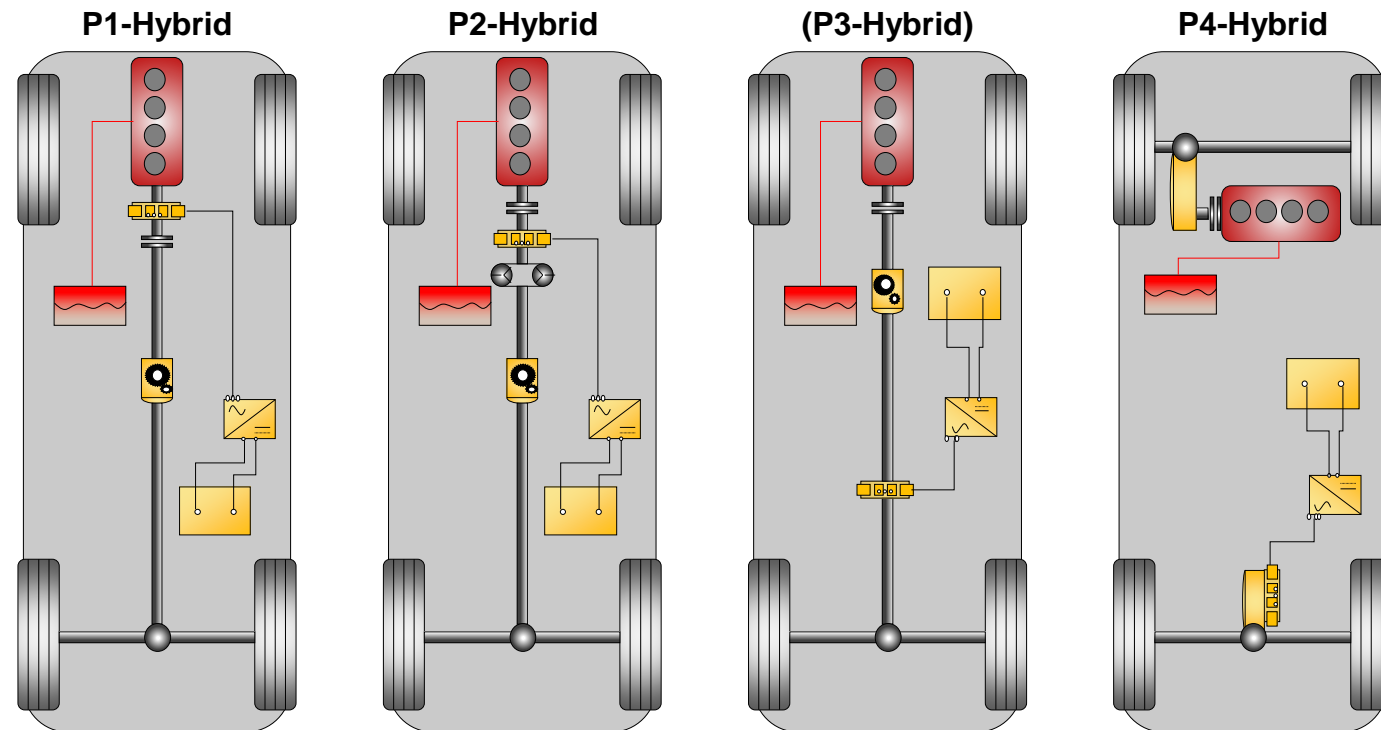
- Terlalu banyak konversi energi, termasuk hingga ke dalam 11 kerugian >> kerugian konsumsi bahan bakar!
- Upaya (No. dari mesin, inverters)



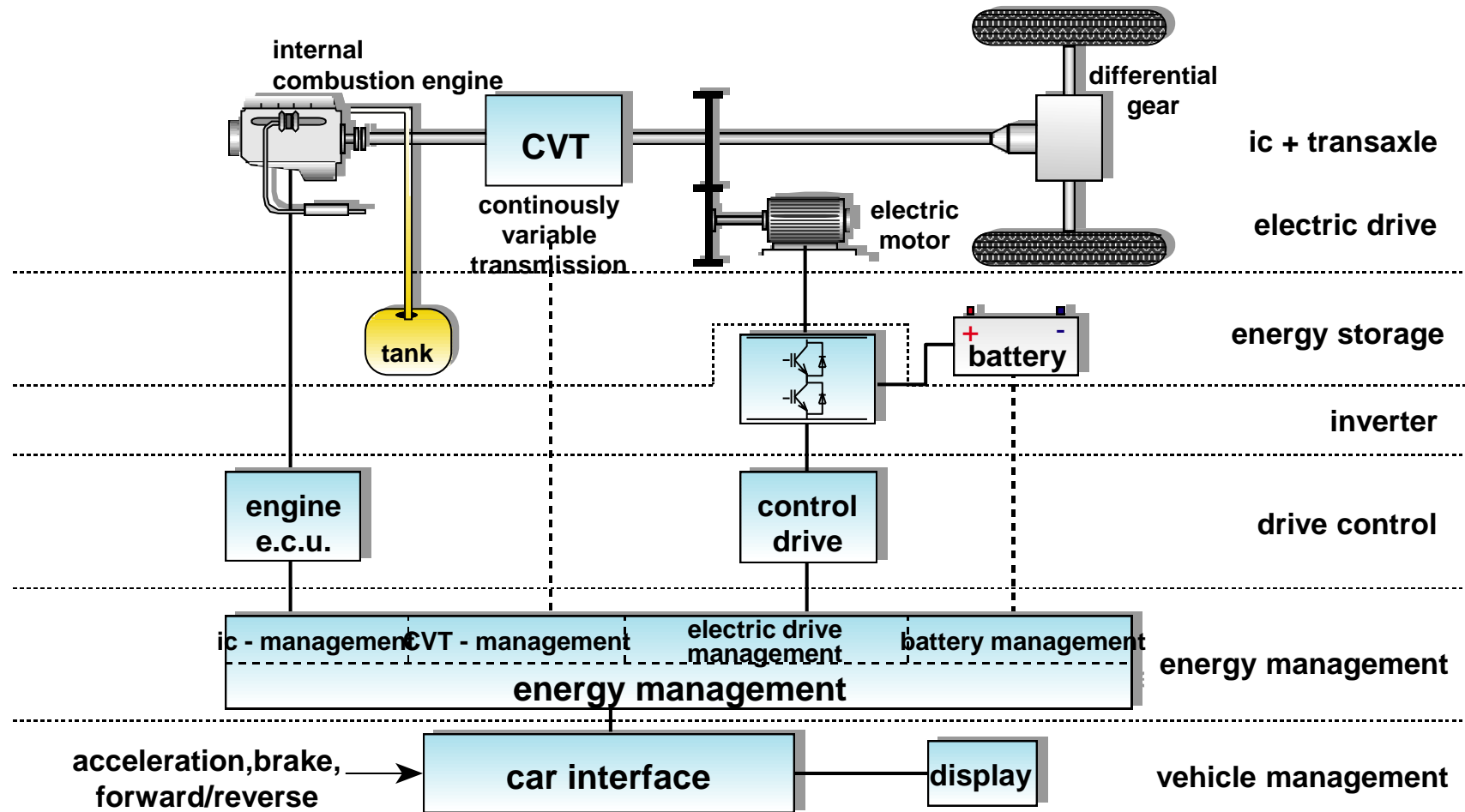
Arsitektur Kendaraan Hybrid– Parallel hybrids

Kunci karakteristik:

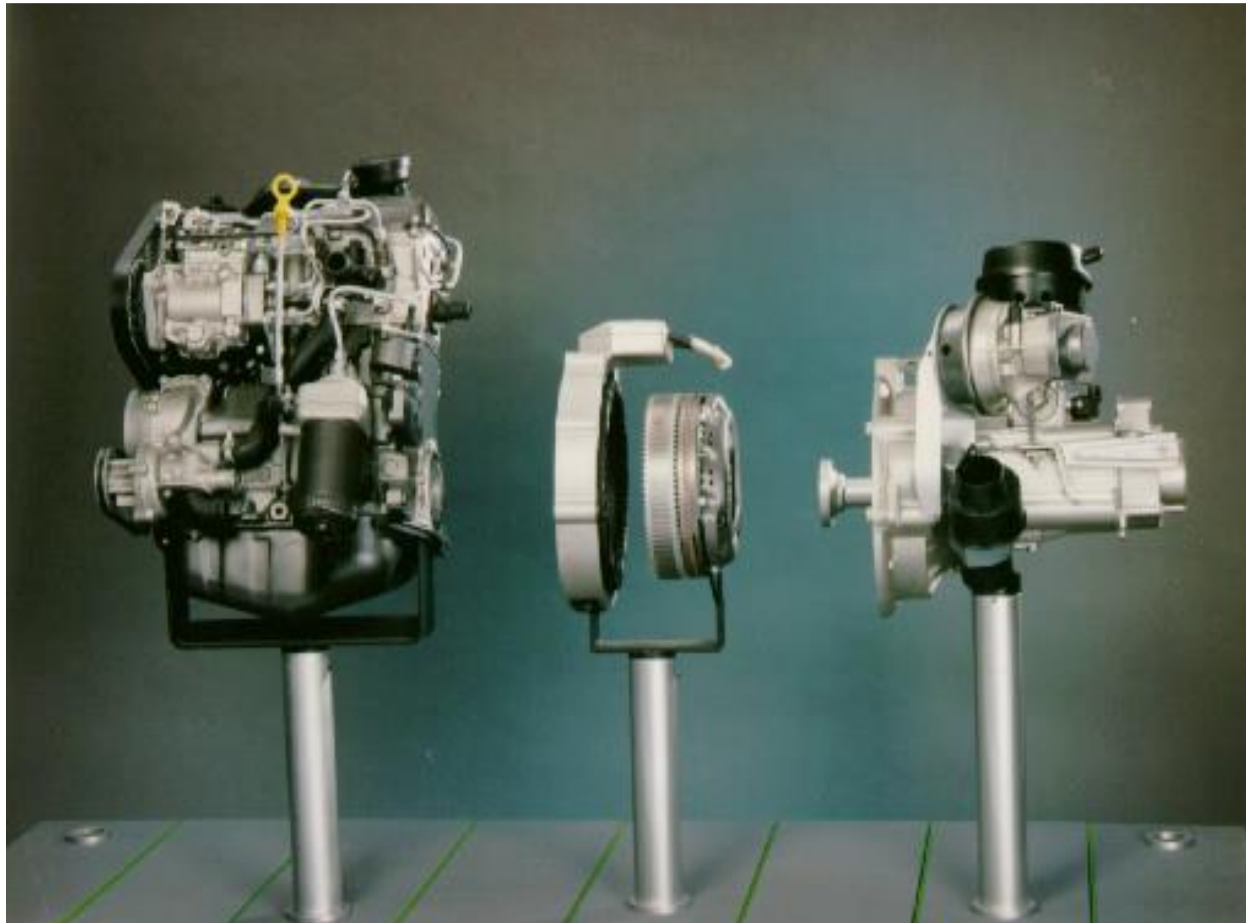
- Langsung, sambungan mekanis antara ICE, motor elektrik dan penggerak terakhir
- ICE dan motor-motor elektrik dapat memberikan traksi torsi pada waktu yang sama („parallel“)
- Varian yang berbeda, bergantung pada penyusunan dari EM ke komponen lainnya



Parallel Hybrid



Integrierter Starter-Alternator „ISA“



- Pertama „P1“ Hybrid
- VW Golf Hybrid, 1992
- Parallel Hybrid (mild)
- „Tambahan“ - solusi



ISA –Components (P1)

E-motor of a crankshaft integrated motor/generator



Inverter



Keuntungan dari aplikasi ISA



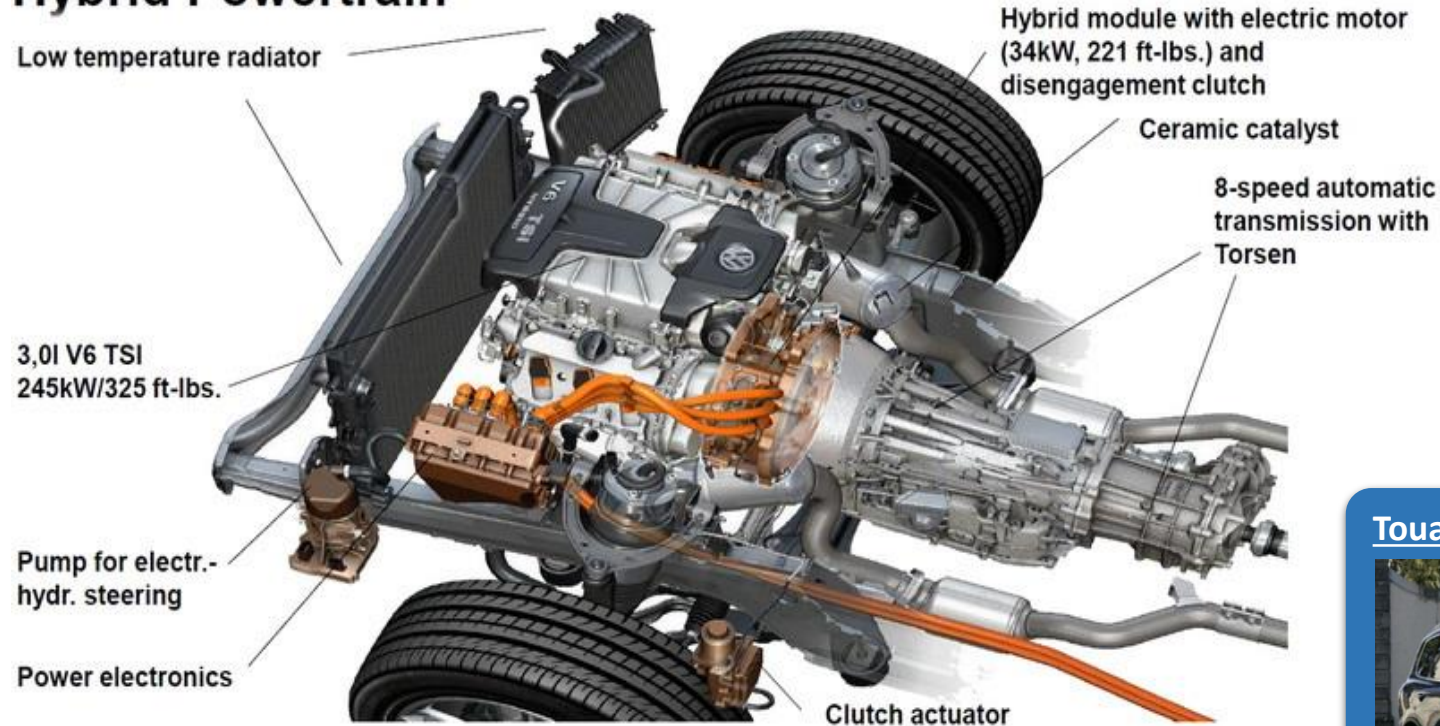
Berikut adalah keuntungan yang bisa didapat:

- Penggantian alternator yang tidak efisien dan penggantian motor starter laud dan berat
- Pasokan energi yang cukup jaring papan
- Sangat mulus, pendek dan hampir tidak ada suara start dari ice
- Awalan rpm yang tinggi (lebih baik memulai)
- Setidaknya dibutuhkan satu tingkat sabuk (cis) > mesin yang lebih pendek
- Realisasi yang lebih baik „Berhenti & Jalan“ – operasi (mudah and kurang bersuara)
- Redaman osilasi di power train
- Kecepatan idle rendah (konsumsi bahan bakar rendah)!
- „Tambahan“-berfungsi pada fase permintaan daya tinggi (menyalip)
- Pemulihan energi istirahat untuk mengisi ulang baterai dan/atau super-caps
- Kemungkinan untuk mengurangi ketidakteraturan siklus ice terutama untuk ice dengan 2 atau 2 silinder
- Peningkatan kenyamanan dengan penonaktifan silinder
- Kemungkinan untuk menggunakan e-motor kecil sekalipun selama kemacetan (penggerak listrik murni).
- Pengenalan kopling kedua yang dapat melepaskan ice



VW Touareg Hybrid „P2“

Hybrid Powertrain



- 2 kopling
- E-Motor pada transmisi otomatis, menggantikan konverter torsi

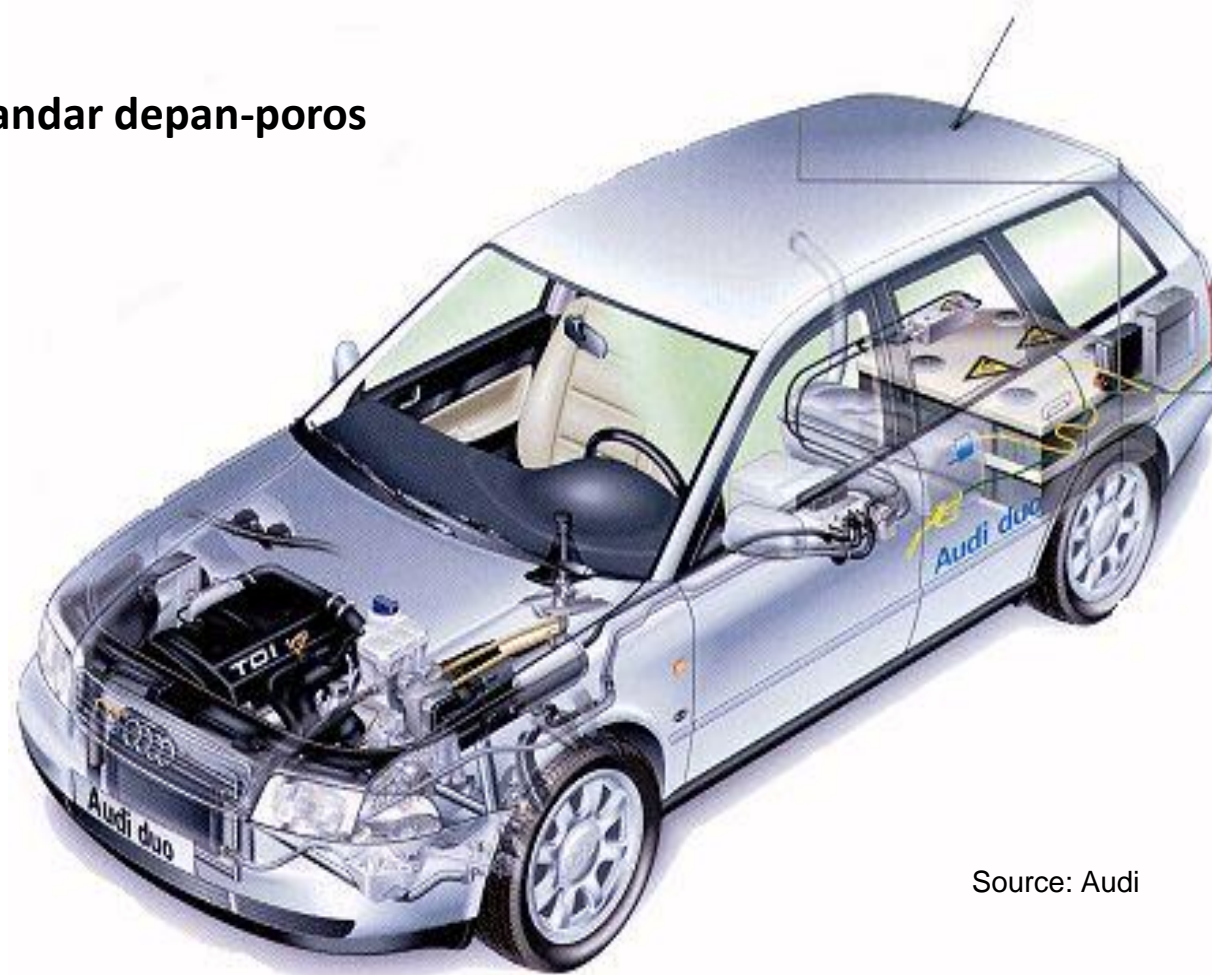
Touareg Hybrid



P2-Hybrid, 279 kW system power
3.0L V6 TSI, 35 kW electric motor
8.2 L/100 km, 0-100 km/h: 6.5 s

Parallel hybrid – Pertama “P4”

Audi Duo
(Tidak ada sambungan dari gandar depan-poros belakang)
„melalui jalan“ hybrid



Source: Audi



Parallel hybrid - Ringkasan



- Langsung, penggerak mekanikal dari ice ke ban (effisiensi bagus)
- Solusi satu dan dua poros
- Mengurangi dinamik @ mungkin ice ketik CVT digunakan

Keuntungan dari parallel hybrids

- Hanya satu mesin listrik yang diperlukan
- Pengukuran dimensi dari komponen powertrain (ice > Vmax; E-Motor > kota)
- >>> potensial tinggi untuk konsumsi bahan bakar rendah

Kerugian dari parallel hybrids

- Ice tidak diam lagi dan tidak terlepas dari roda
- Pada kasus kombinasi dengan CVT, CVT juga tidak memiliki efisiensi yang sangat baik



Arsitektur Kendaraan Hybrid– Power Split

Sifat:

- Perangkat power split= set roda gigi planet
- Daya poros dibagi menjadi 2 alur: mechanical & electrical

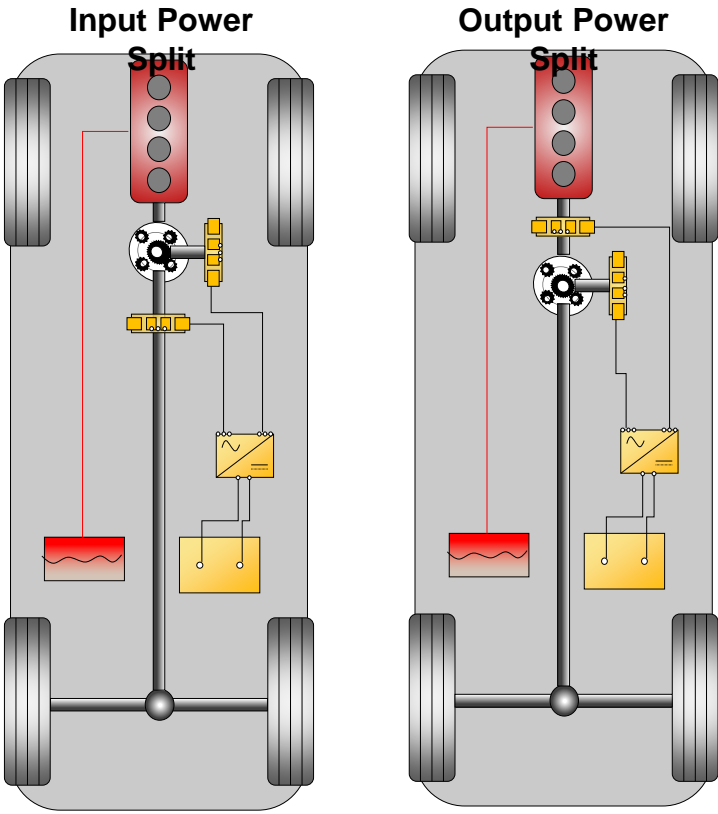
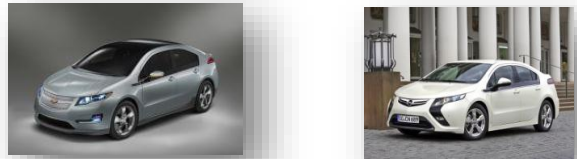
Input Power Split:

- ICE power → Traksi- dan pengisian daya

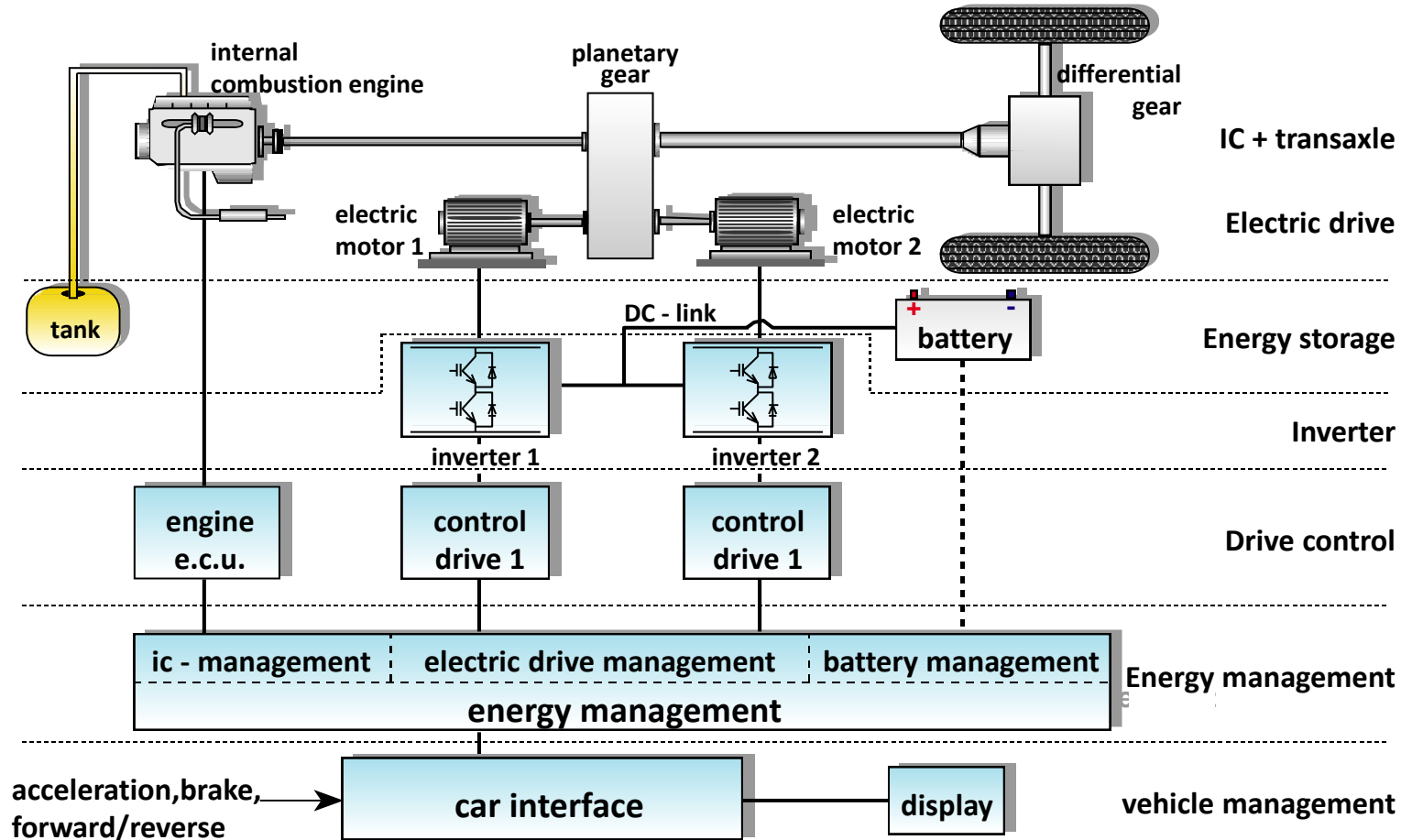


Output Power Split:

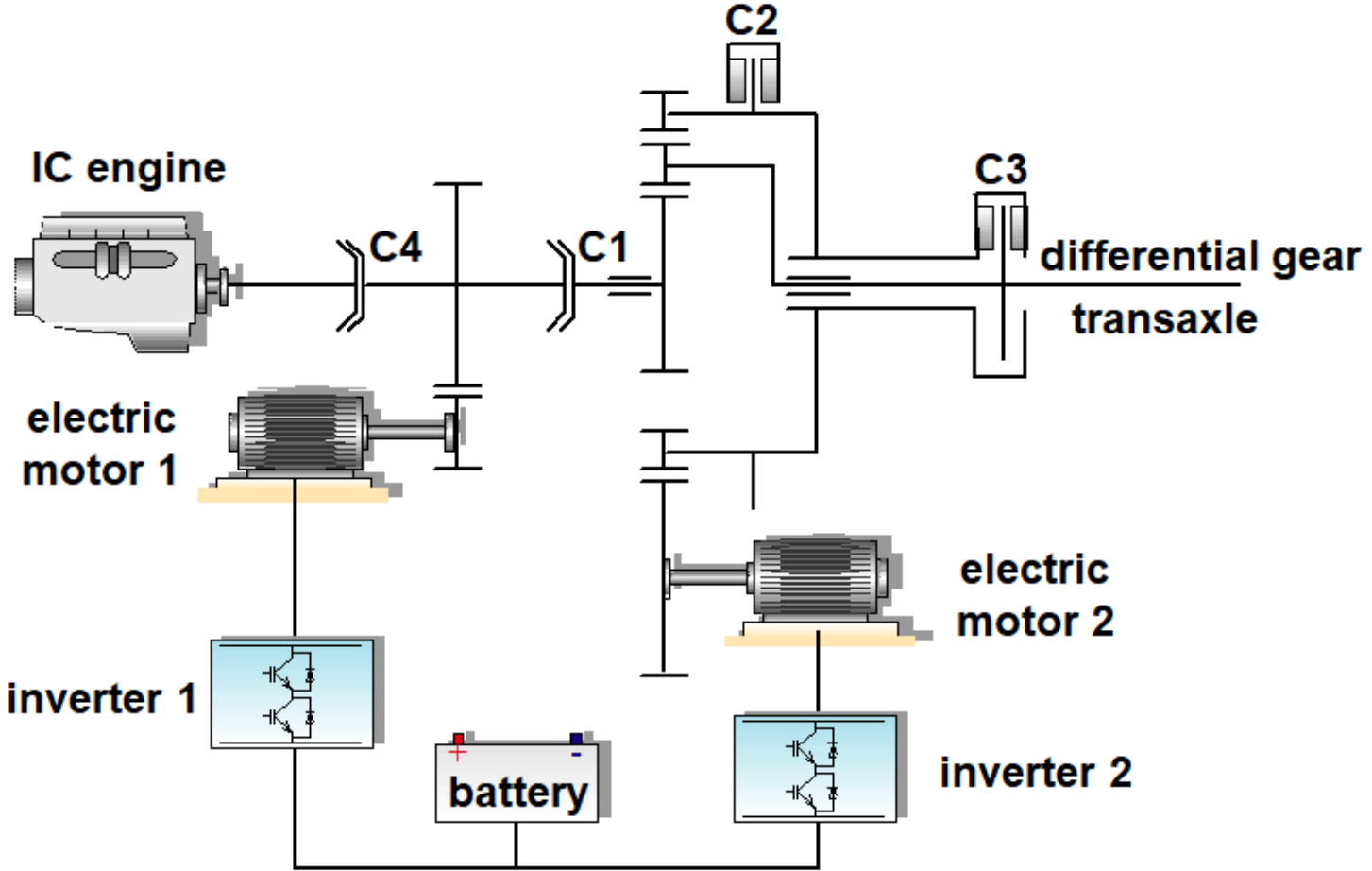
- ICE dan daya EM → Traksi- dan pengisian daya



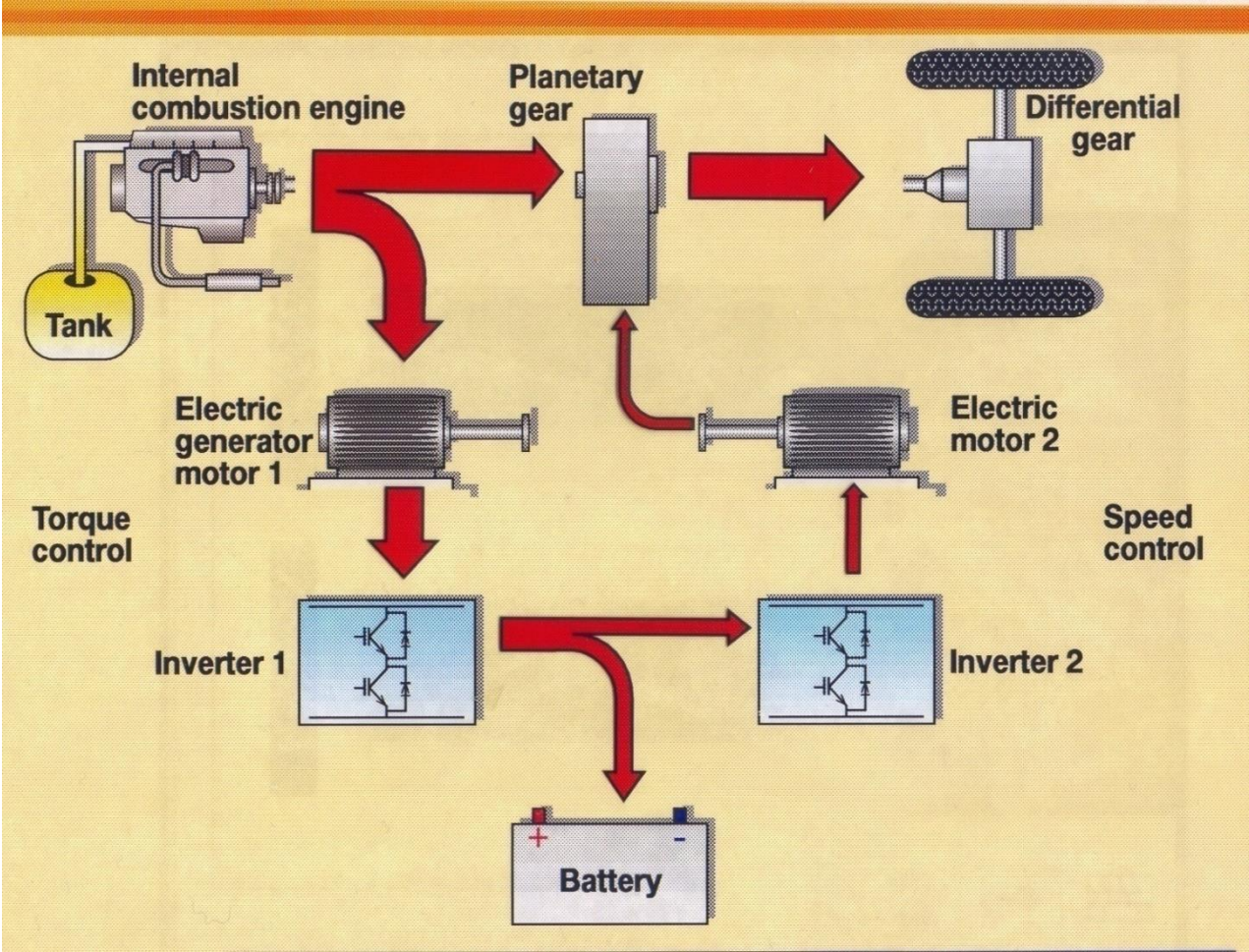
Power Split Hybrid



UHS Hybrid – Powertrain (AVL)



UHS / THS Hybrid – Drive Power flow in CVT Mode



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Power split hybrids



Kereta penggerak hybrid campuran („electro-mechan. transmisi)

Struktur hybrid yang dapat dipilih > operasi pada series dan juga parallel hybrid memungkinkan

Contoh: AVL Universal-Hybrid System (UHS)

- Distributor aliran energi = Planetary gear
- Electro motor (EM1) mengendalikan torsi keluaran
- Electro motor (EM2) mengendalikan kecepatan keluaran

Keuntungan dan kerugian dari hybrid campuran:

- Kombinasi keuntungan dan kerugian dari series dan parallel hybrid
- Upaya (mesin, controller)
- Daya idle bahaya



Toyota Prius – a power split hybrid

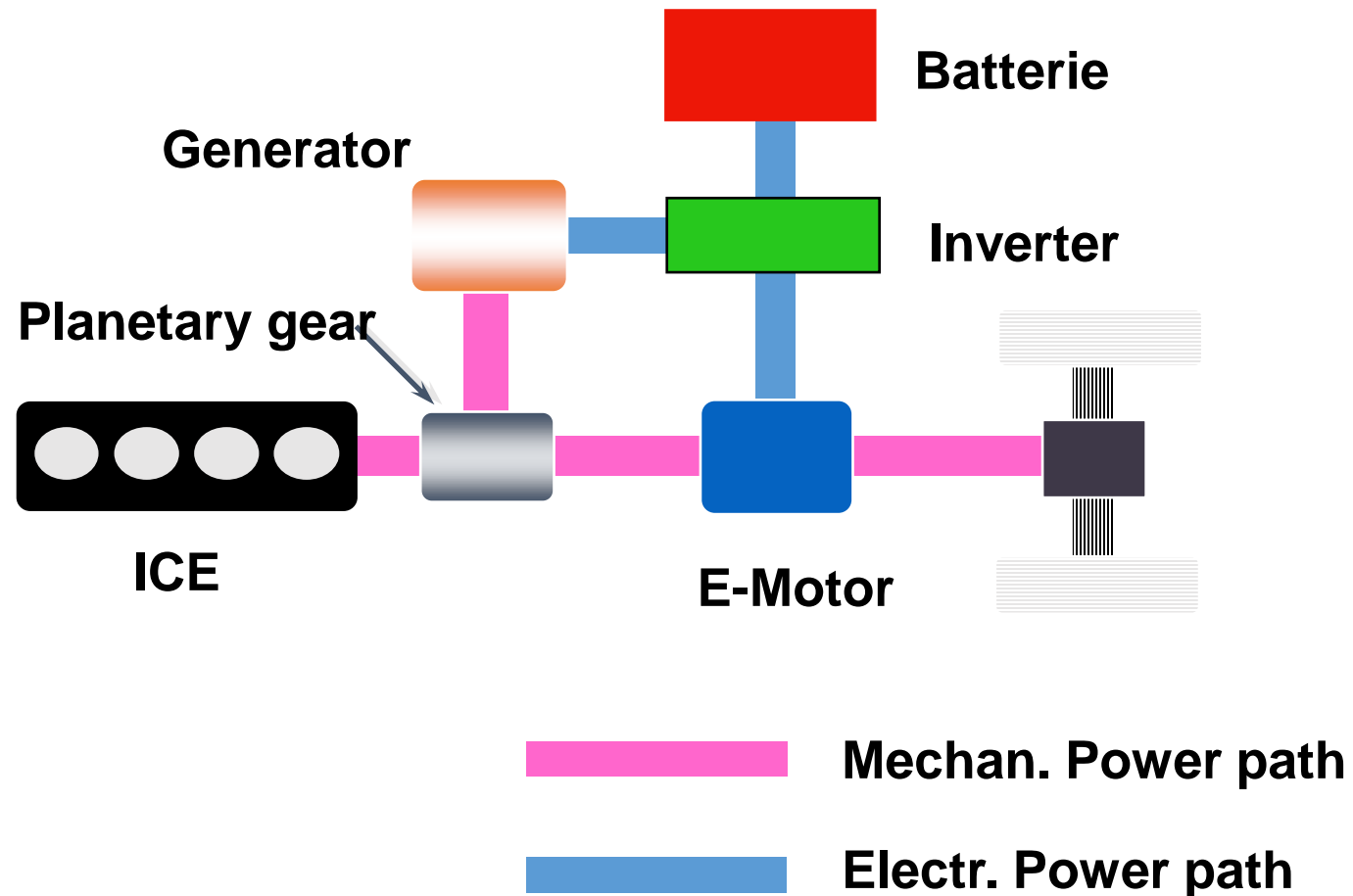


Kendaraan hybrid
produksi massal
pertam pada tahun
1996

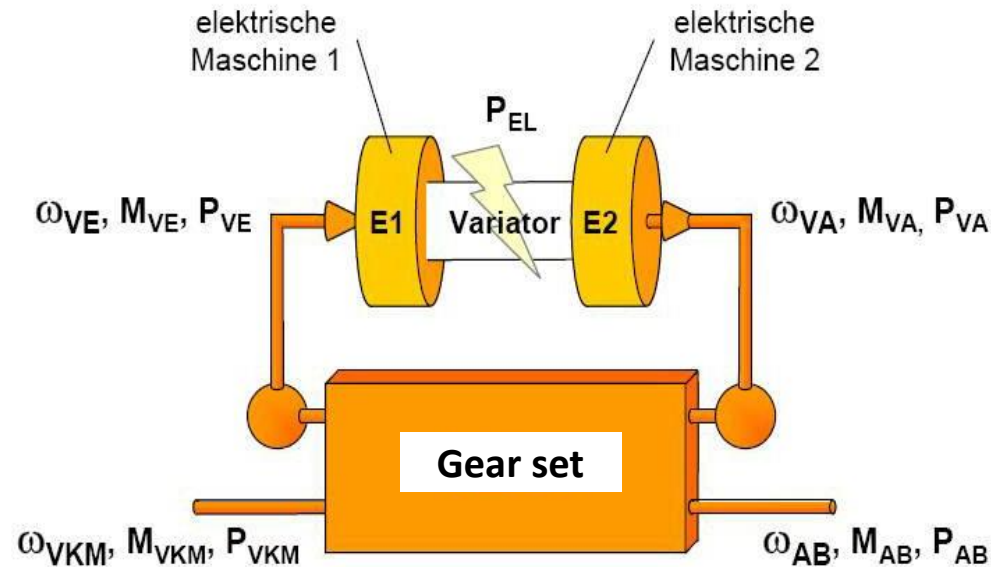
Power split hybrid
(menggunakan gigi
planetary)



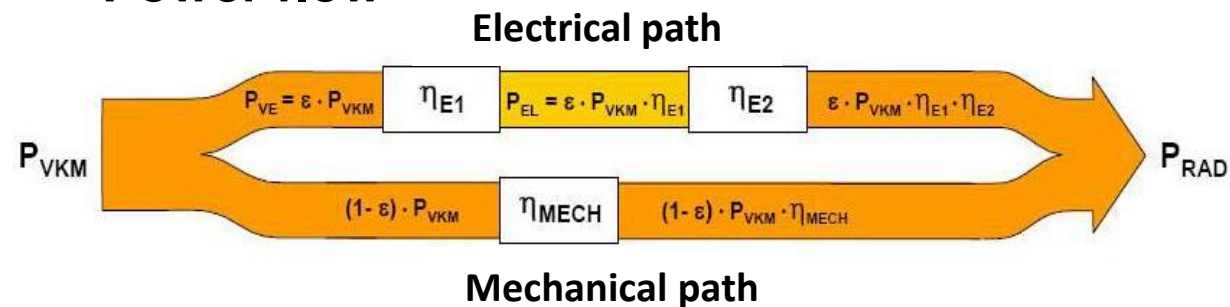
Sistem Toyota Prius THS



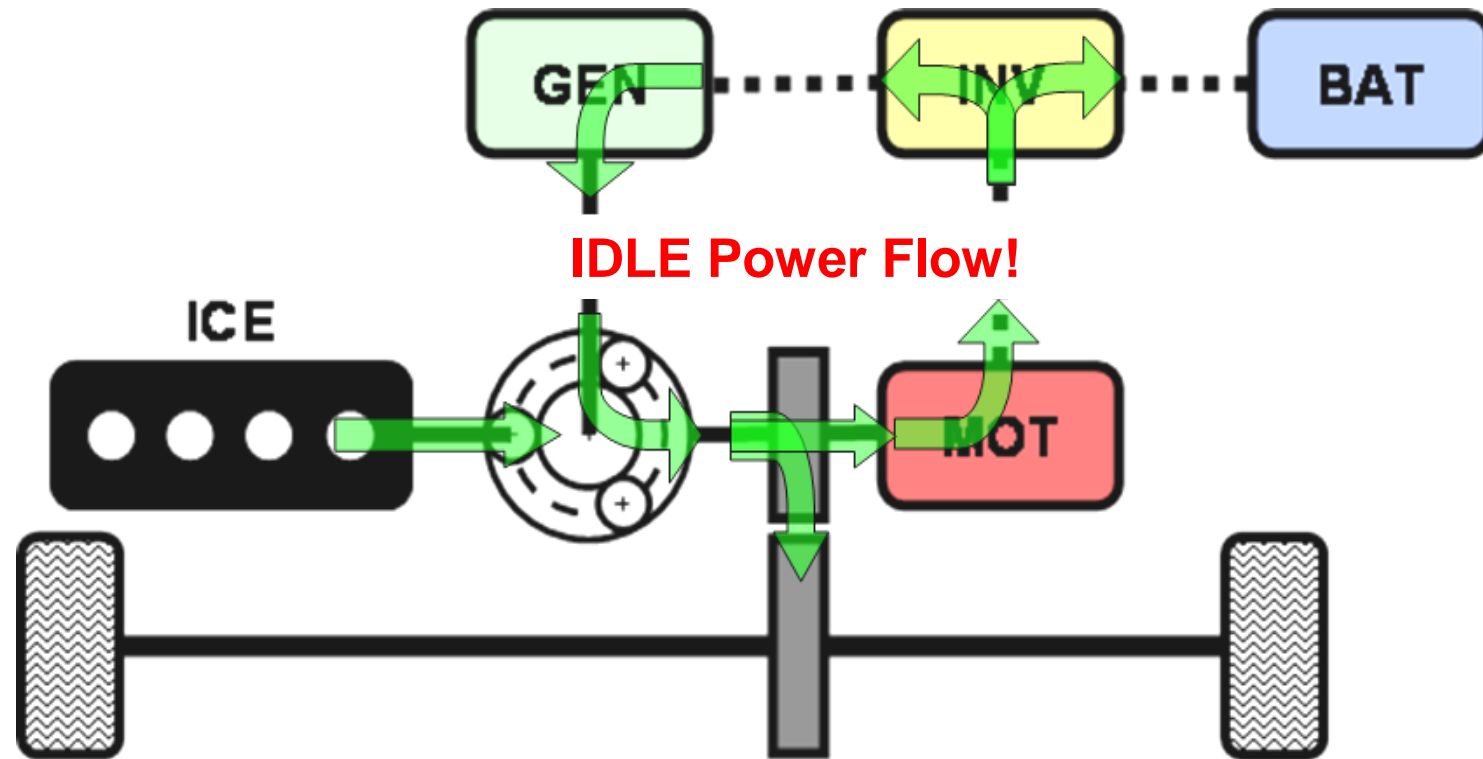
Desain umum dari sebuah power split transmisi dengan 2 elektrik motor



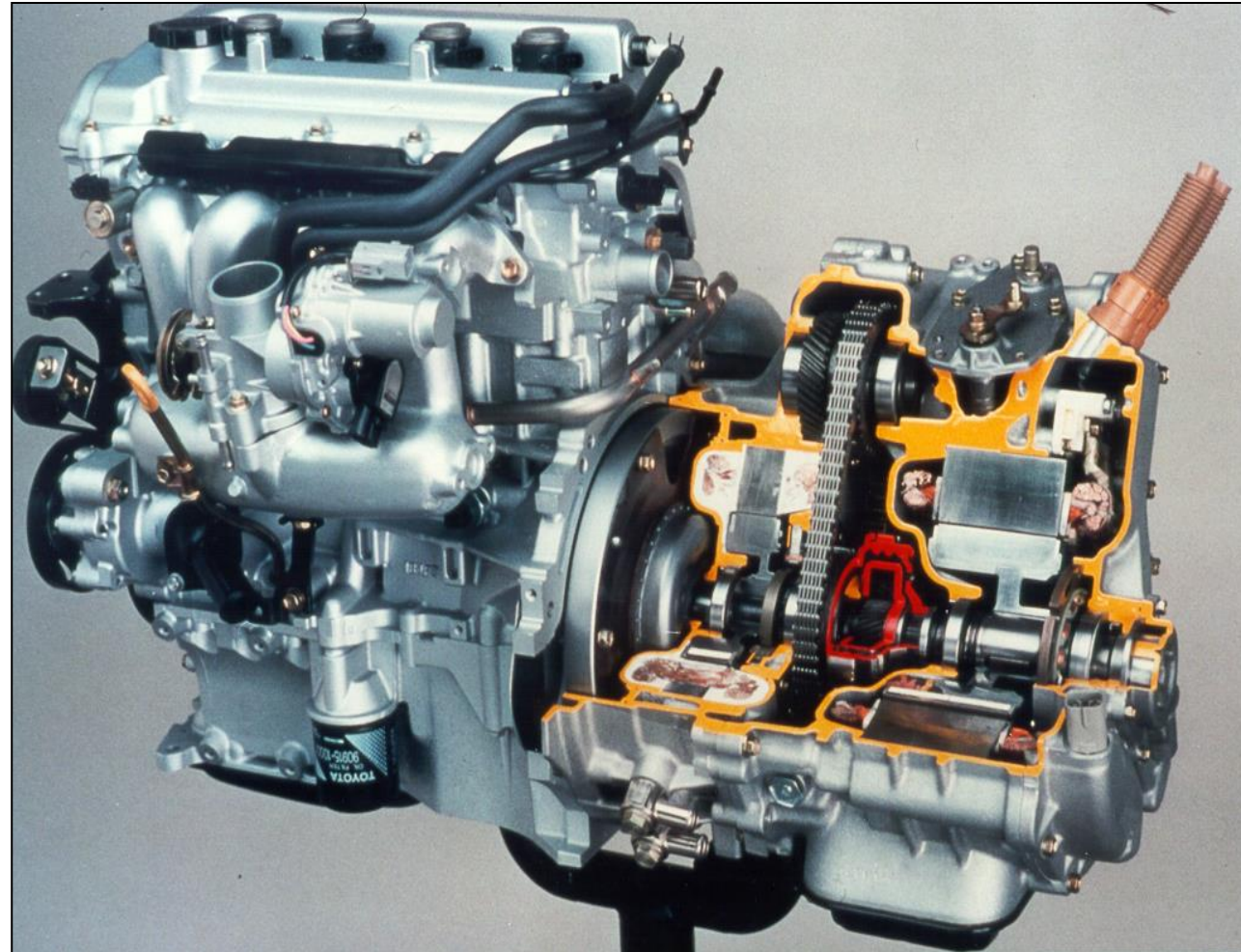
Power flow



Kerugian dengan menggunakan planetary gears: Daya idle mengalir dengan with Prius powertrain



THS I System in natura

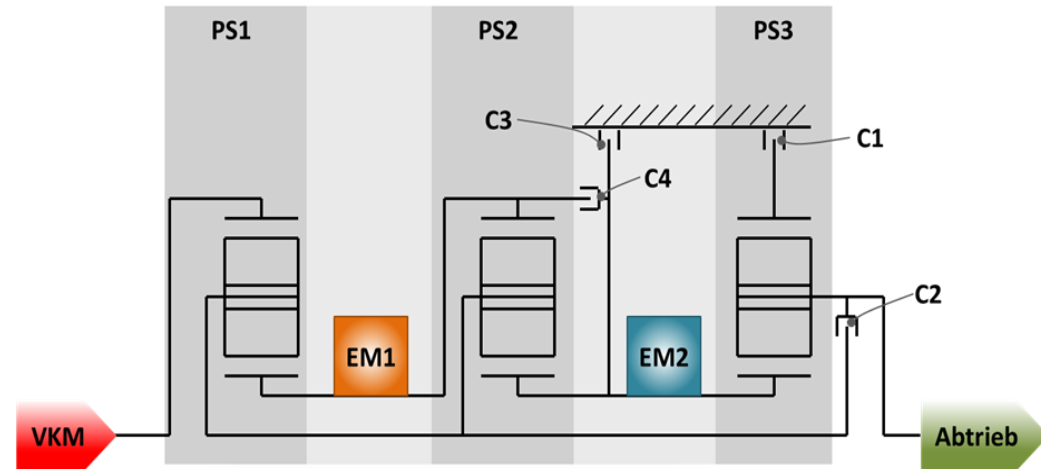
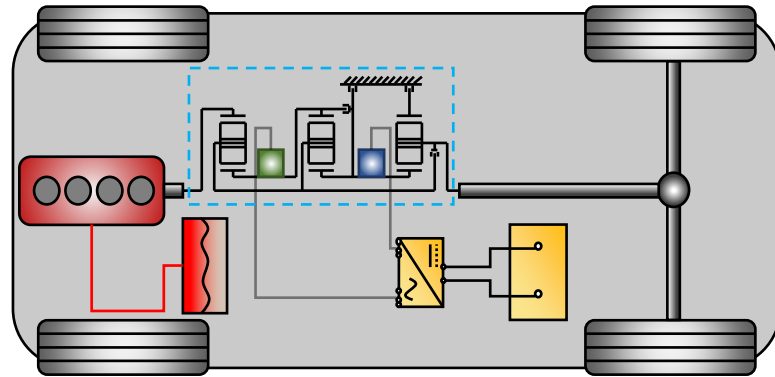


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Pengembangan lebih lanjut— Dua-Mode-Hybrid

Kunci Karakteristik:

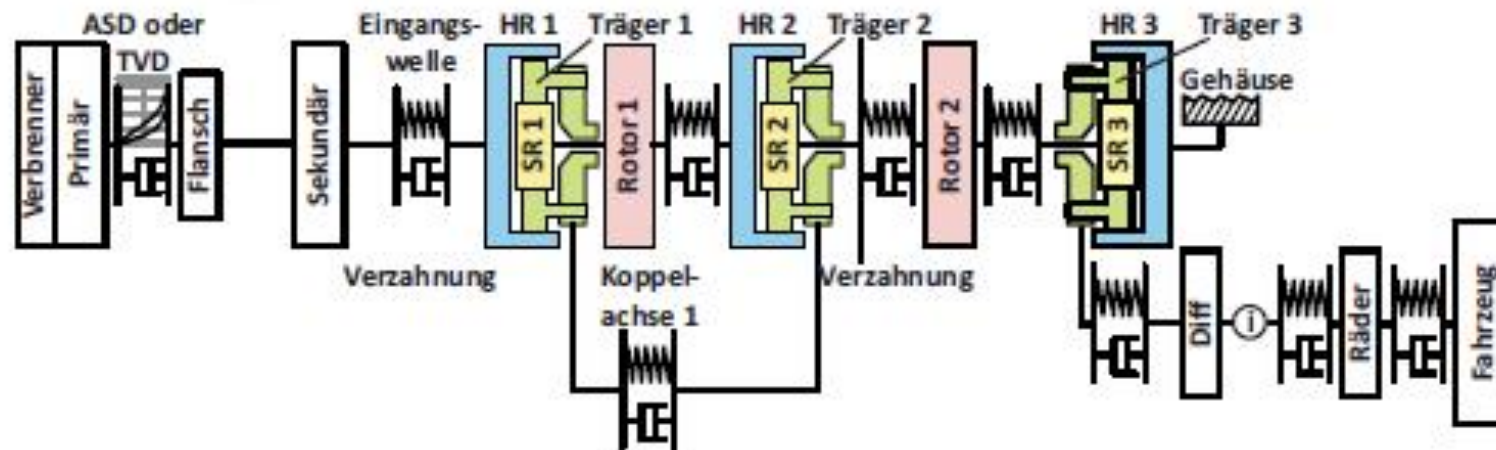
- 2 elektrik motors, 3 set planetary; 2 kopling (C2, C3), 2 rem (C1, C4)
- 2-Mode: baik input power split atau banyak power split



Source: Daimler



AHS-C Transmission Dalam BMW X6



ICEs dalam konsep hybrid



Masalah untuk pengukuran dimensi:

Banyak daya tersebar:

- Kemacetan kota (4-8 kW);
- Jalan raya, Daya permintaan tinggi(60-120 kW)

A) Mesin piston konvensional

- Mesin Diesel
- Mesin Gasoline
- Mesin dengan bahan bakar alternatif

B) Ice special dengan pembakaran dalam bebas mesin-mesin piston

- Mesin piston rotary (Wankel,..)

C) ICEs dengan pembakaran external

- Turbin gas
- Mesin pengaduk
- Mesin uap



ICEs dalam konsep hybrid konsep – Lanjutan



Mesin Gasoline

- Varian yang paling disukai, terutama untuk aplikasi hybrid seri
- Dengan perpindahan kecil perbedaan konsumsi bahan bakar dibandingkan dengan mesin Diesel rendah
- Memenuhi persyaratan emisi yang ketat (yaitu ULEV) dengan Lambda=1-konsep
- Tingkat konversi katalis lebih dari 98%, dengan karbon hidro 99%
- Keuntungan: NVH, biaya produksi lebih kecil dan penerimaan pelanggan lebih tinggi
- Ketersediaan di kelas perpindahan kecil (sepeda motor dll)

Mesin Diesel

- TDI dengan pendinginan dalam menjanjikan konsumsi bahan bakar terbaik >> CO2 terbaik –reduksi
- Emisi keluar mesin yang relatif rendah, tetapi masih masalah Nox
- Kekurangan: relatif berat dan keras, upaya besar dalam emisi yang dibutuhkan (emisi partikel), NVH, masalah penerimaan
- Standar ULEV dengan teknologi saat ini sulit dicapai



ICEs dalam konsep hybrid– Lanjutan



Turbin Gas dan Mesin Pengaduk:

- Baik dalam aplikasi stasioner (yaitu range extender), lebih buruk dalam aplikasi dinamis
- Kemampuan multi-bahan bakar
- Emisi mentah terendah yang dapat dicapai, terutama emisi NOx yang sangat rendah
- Turbin gas adalah mesin aliran dan membutuhkan aliran massa tinggi (tidak cocok untuk output daya kecil atau kondisi beban sebagian!)
- Prospek efisiensi yang bagus, tapi
- Turbin gas dan mesin Stirling yang efisien membutuhkan penukar panas!
- Penukar panas membutuhkan ruang spesifik yang terlalu besar dan memiliki bobot yang terlalu besar
- jangka pendek hingga menengah tidak ada prospek yang baik untuk aplikasi dalam hybrid



Hybrid powertrain – mode operasi utama



Berikut tipikal hybrid yang perlu direalisasikan oleh sistem kontrol hybrid:

- **Strategi Start/Stop:** mesin mati saat kendaraan berhenti dan langsung mulai Ice saat menyentuh pedal gas
- **Pemulihan:** pemulihan energi pengereman dengan mode generator e-motor, pengisian baterai traksi saat mengemudikan kendaraan
- **Boosten“:** penambahan motor listrik dan torsi ice dalam waktu singkat untuk akselerasi
- **Perpindahan beban ic-engine :** pengisian baterai selama mengemudi dengan ic-engine (permintaan torsi lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk mengemudi, menggunakan area efisiensi yang lebih baik dari peta mesin
- **Pengisian baterai saat kendaraan berhenti:** mode generator



Hybrid powertrain – Mode operasi utama



Berikut tipikal hybrid yang perlu direalisasikan oleh sistem kontrol hybrid:

- **Strategi Start/Stop**: mesin mati saat kendaraan berhenti dan langsung mulai ice saat menyentuh pedal gas
- **Pemulihan energi**: pemulihan energi pengereman dengan mode generator e-motor, pengisian baterai traksi saat mengemudikan kendaraan
- **“Boosten”**: penambahan motor listrik dan torsi ice dalam waktu singkat untuk akselerasi
- **Perpindahan beban ic-engine** : pengisian baterai selama mengemudi dengan ic-engine (permintaan torsi lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk mengemudi, menggunakan area efisiensi yang lebih baik dari peta mesin
- **Pengisian baterai saat kendaraan berhenti**: mode generator



Hybrids – sebuah Alternatif?!



Beberapa pertanyaan:

- **Beri saya tanggapan tentang konten ini!**
- **Apa sikap mengajar Anda tentang hybrid?** Apakah orang berpikir "solusi murni" (BEV) atau PT konvensional lebih baik dan hibrida hanyalah solusi perantara?
- **Apakah menurut Anda aplikasi hibrida dapat memperpanjang umur ice** (ingat presentasi Thomas tentang larangan ice dalam 5 hingga 20 tahun?). Apakah kombinasi dengan bahan bakar alternatif masuk akal?
- **Bagaimana kita bisa membuat siswa tertarik pada hybrid?**
 - Apakah Anda memiliki lab mesin/infrastruktur yang juga dapat Anda uji kombinasi motor ice dan motor listrik di lab Anda?
 - Dapatkah Anda melakukan simulasi dan eksperimen ice/e-motor?
- **Target pembelajaran untuk siswa di “Hybrid”**
 - Dapatkan Ikhtisar tentang semua kemungkinan arsitektur, karakteristik komponen utama, dan masalah aplikasi
 - Pahami pro dan kontra yang berbeda untuk pengaturan hybrid yang berbeda dan kemungkinan konsumsi bahan bakar/CO2
 - Memahami dampak teknis, sosial, dan lingkungan





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student's Employability and Regional Development



<https://www.facebook.com/unitederasmus/>



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Opsi Untuk Mengurangi Mobilitas CO₂

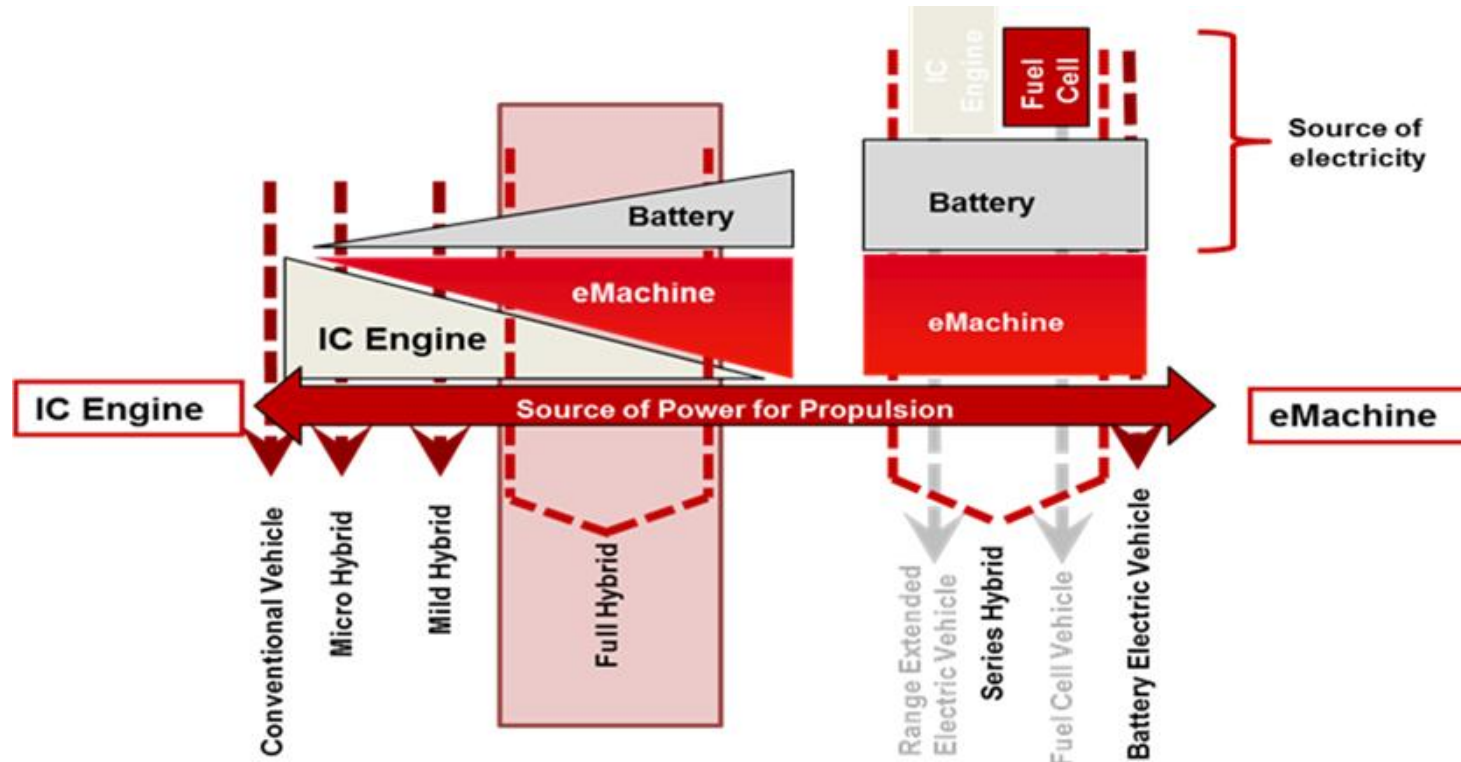
Manajemen Energi dan Opsi Penyimpanan



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Powertrain Tingkat Lanjut: Keberhasilan Tergantung pada Manajemen Energi yang Cerdas!!!



Tugas yang sangat kompleks dengan beragam pilihan powertrain!

Manajemen Energi/ Strategi Operasi



Selain memenuhi keinginan pengemudi, manajemen energi memenuhi persyaratan berikut:

- Koordinasi semua fungsi yang relevan tergantung pada kondisi actual
- Strategi operasional komponen penggerak utama dengan mempertimbangkan:
 - Status pengisian SOC
 - Harapan waktu hidup baterai
 - Kondisi suhu e-motor dan baterai
- Target :
 - Pengurangan konsumsi energi (bahan bakar ICE dan emisi)
 - Tingkatkan dinamika berkendara dan pengalaman berkendara
 - Tingkat kenyamanan tinggi



Manajemen Energi/Strategi Operasi



Manajemen energi dengan EV, Hibrida, dan FCV meliputi:

- **Strategi operasional komponen utama propulsi :**
 - ICE
 - E-motor, Inverter, baterai
 - Transmisi
 - Sel Bahan Bakar
 - Kapan dioperasikan dan bagaimana?

- **Pendinginan komponen utama propulsi, pemanas, AC**
 - Manajemen kendaraan termal

- **Manajemen tambahan, komponen listrik, komunikasi, infotainment**
 - Manajemen pasokan energi listrik (jaring papan)
 - “Dorongan Permintaan”



Manajemen Energi/Strategi Operasi

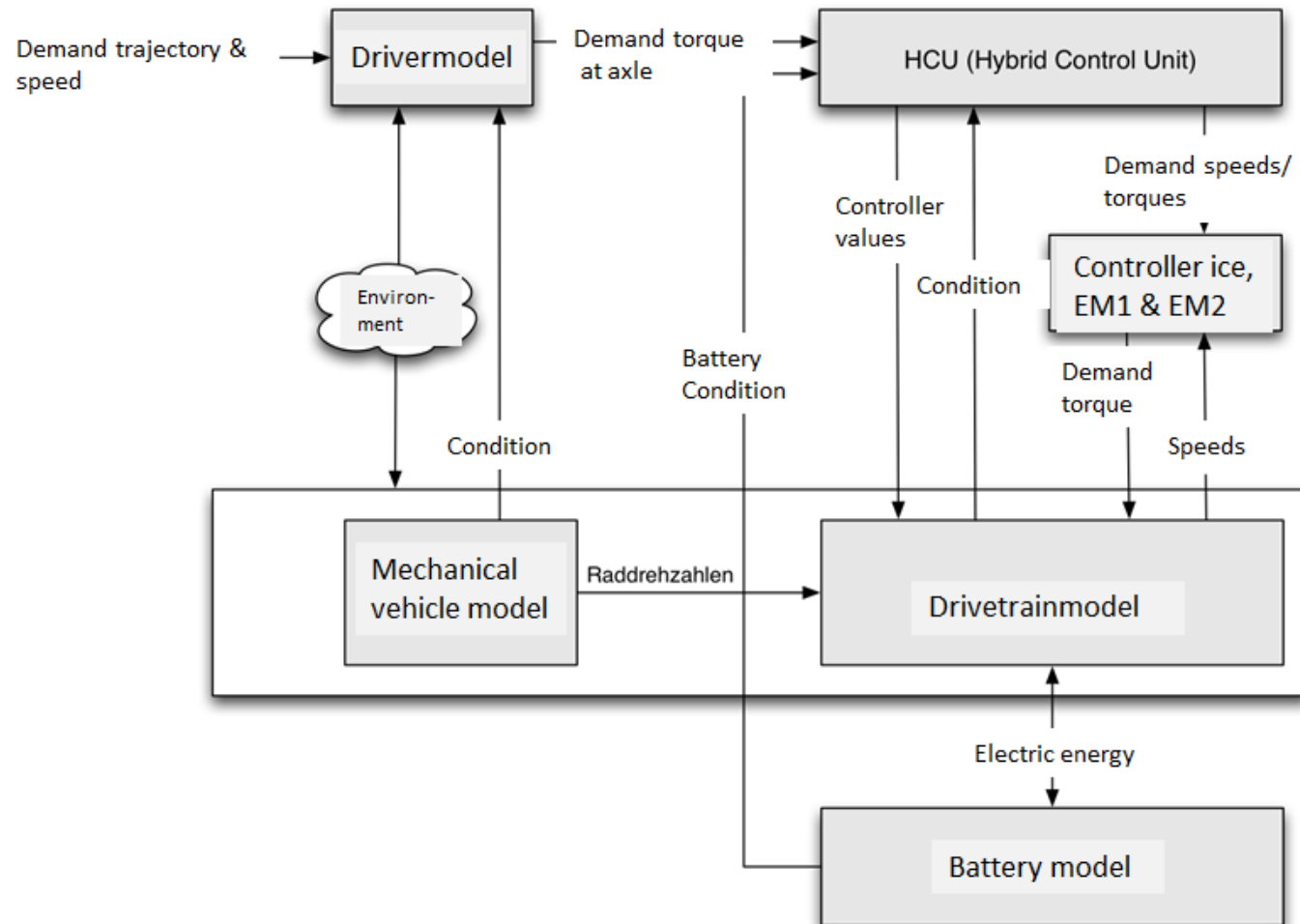


Manajemen energi dengan EV, Hibrida, dan FCV membutuhkan:

- **Pandangan komprehensif tentang sistem total kendaraan**
- **Pemahaman yang terlatih dengan baik tentang semua proses, fungsi, dan interaksinya**
 - Biasanya dengan simulasi ekstensif
- **Kontroller kendaraan VCU dengan perangkat lunak hitungan untuk semua proses, mengawasi pengontrol komponen**
- **Simulasi atau algoritma kontrol berbasis model**
 - Powertrain canggih memiliki mode operasi apa pun dan menunjukkan struktur yang lebih kompleks daripada powertrain konvensional.
 - Ini mengacu juga pada rantai efisiensi aktual pada saat itu juga
 - Tugasnya adalah mengoptimalkan efisiensi total untuk setiap situasi operasi!!
 - >> Terkadang “Fungsi biaya” diterapkan untuk pengoptimalan!



Permodelan Simulasi dari Sebuah HEV



Manajemen Energi/Strategi Operasi



Manajemen Energi (Vehicle Controller (VCU)) perlu dipertimbangkan lebih lanjut:

Parameter-input:

- Keinginan pengemudi: posisi pedal (akselerasi & rem, maju, mundur, keinginan mode operasi)
- Data internal sistem: kecepatan dan torsi mesin saat ini, SOC baterai, suhu, penyelarasan dengan model internal, simulasi, dll
- Data yang dipelajari atau diperkirakan (GPS): sejarah terkini, rute, topografi
- Profil energi dari rute yang sering digunakan

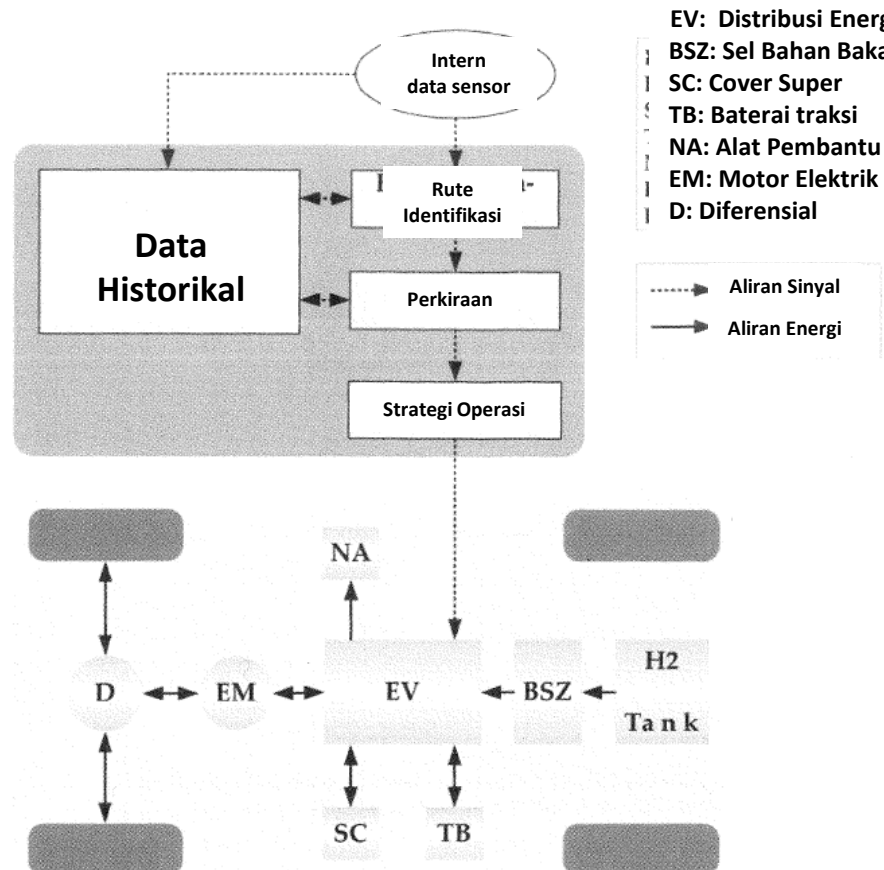
Dan hasilkan perintah Output: nilai permintaan ke komponen

- ICE: hidup/mati; titik operasi permintaan (posisi throttle)
- Motor elektro: On/Off, arah putaran, torsi permintaan atau kontrol kecepatan, torsi dan/atau kecepatan yang diperlukan
- Manajemen alat pendukung



Strategi Operasi dengan Perkiraan - Fungsi

Strategi operasi dengan fungsi perkiraan ¹



- Pembelajaran/perkiraan tur dapat dicapai dengan menganalisis profil kecepatan dan sudut kemudi
- Potensi tur yang diperkirakan terletak pada peningkatan pemulihan energi rem dan manajemen baterai yang lebih baik

Source: Hofmann
Hybridfahrzeuge Springer

Manajemen Energi/Strategi Operasi



Manajemen Energi dengan EV meliputi:

- Strategi operasional komponen utama propulsi :
 - E-motors, Inverter, baterai
 - (Transmisi, hanya ketika banyak shift(jarang))
- Pendinginan komponen propulsi utama, pemanas, AC
 - Manajemen kendaraan termal (penting!)
- Manajemen tambahan, komponen listrik, komunikasi, infotainment
 - Manajemen pasokan energi listrik (bord net)



Manajemen Energi/Strategi Operasi



Manajemen Energi dengan EV meliputi:

- Strategi operasional komponen utama propulsi :
 - E-motors, Inverter, baterai
 - (Transmisi, hanya ketika banyak shift(jarang))
- Pendinginan komponen propulsi utama, pemanas, AC
 - Manajemen kendaraan termal (penting!)
- Manajemen tambahan, komponen listrik, komunikasi, infotainment
 - Manajemen pasokan energi listrik (bord net)



Mode Operasi – Pemulihan Energi Rem



Fungsi sistem pengereman regeneratif adalah memulihkan dan mendaur ulang energi pengereman sebanyak mungkin.

Pontesial energy pemulihan tergantung pada:

- Profil Mengemudi (Siklus Mengemudi)
- Massa Kendaraan
- Ketahanan Geser Ban
- Drag Aerodinamis

dan dibatasi oleh kekuatan e-motor (maks kW) dan inverter (maks. Ampere) dan kemampuan baterai untuk menyerap energi dengan cepat!

→ Efek positif: Energi traksi total, yang harus langsung disediakan oleh e-motor, berkurang.



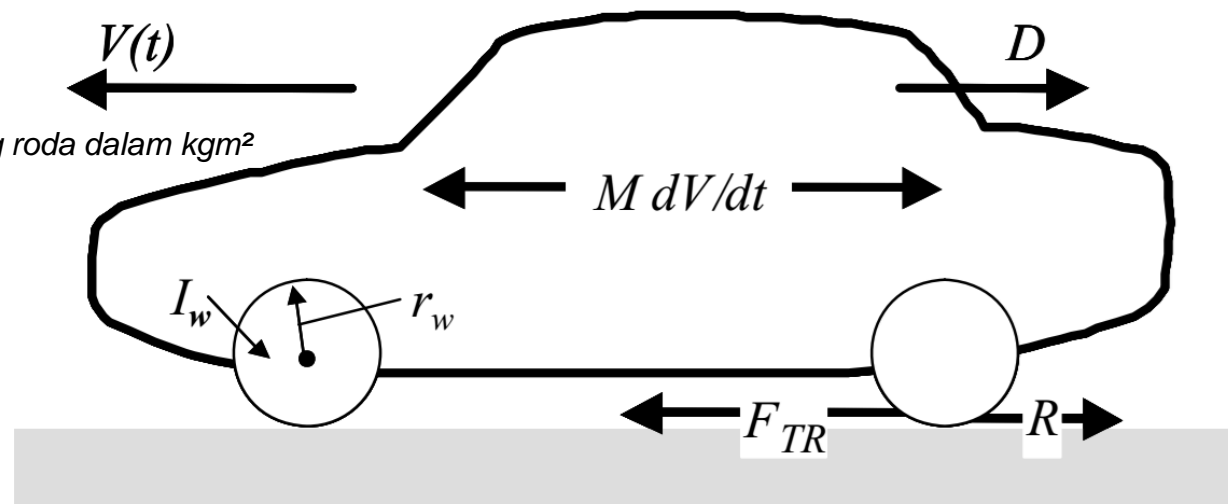
Kebutuhan Gaya-Traksi Sesaat untuk Kendaraan di Jalan Datar

$$F_{TR} = R + D + \left[M + 4 \cdot \left(\frac{I_w}{r_w^2} \right) \right] \left(\frac{dV}{dt} \right)$$

$$F_{TR} = r_o \cdot M \cdot g + C_D \cdot A \frac{V^2}{2} \cdot \rho + M_e \cdot \left(\frac{dV}{dt} \right)$$

Ketahanan Ban
Drag Aerodinamis
inersia linier dan rotasi

- R*... gaya tahan guling ban dalam N
- D*... gaya drag aerodinamis dalam N
- M* ... massa kendaraan dalam kg
- I_w*... momen inersia kutub dari assembling roda dalam kgm²
- r_w*... radius bergulir efektif dalam m
- r_o* ... koefisien tahanan gelinding
- g* = 9.81 m/s²
- C_D*... koefisien drag aerodinamis
- A*... area depan kendaraan dalam m²
- ρ* ... massa jenis udara dalam kg/m³



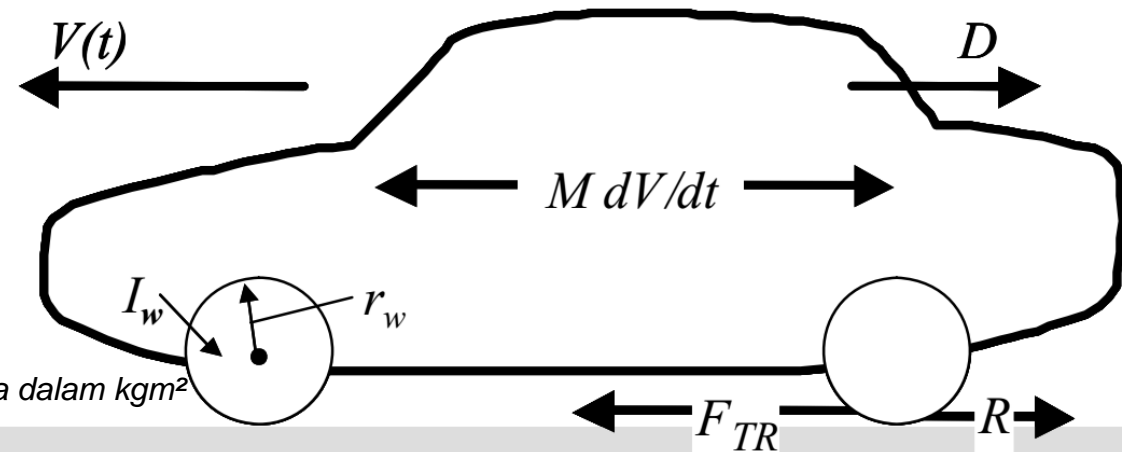
Kebutuhan Gaya-Traksi Sesaat untuk Kendaraan di Jalan Datar

$$F_{TR} = R + D + \left[M + 4 \cdot \left(\frac{I_w}{r_w^2} \right) \right] \left(\frac{dV}{dt} \right)$$

(+) (+) (+/-)

Ketahanan ban Drag aerodinamis inersia linier dan rotasi

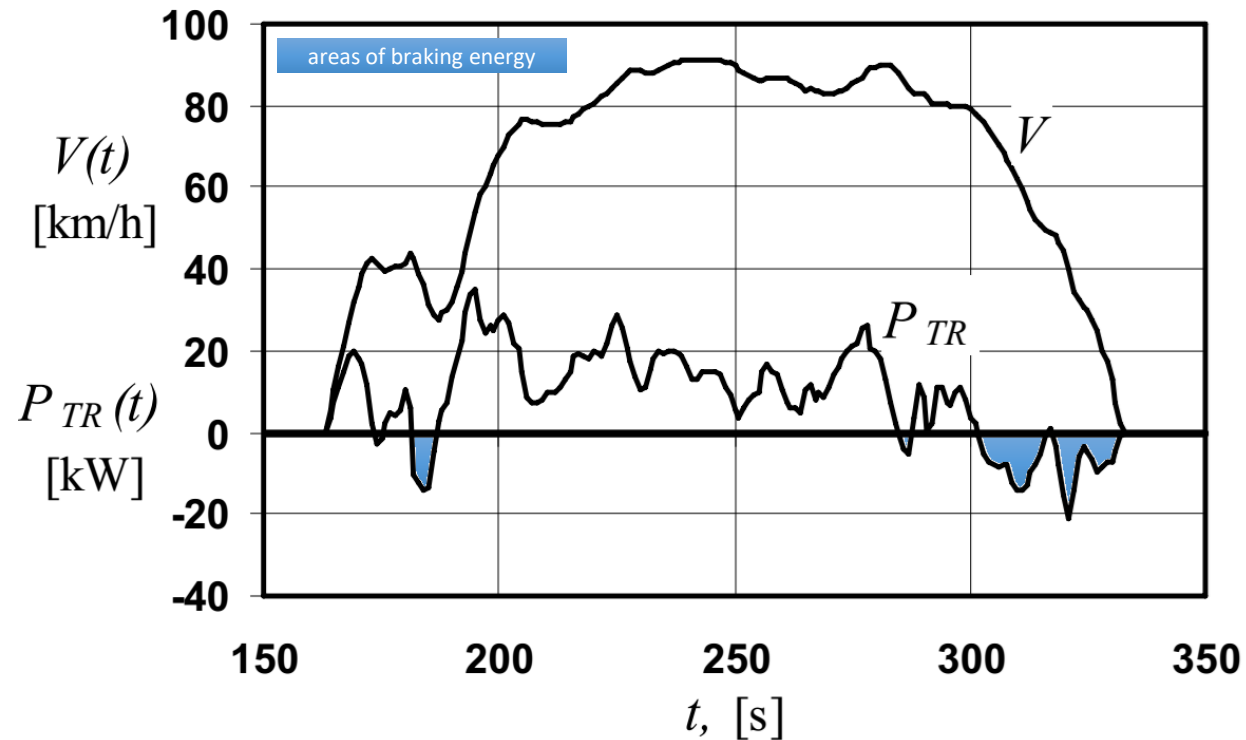
$F_{TR} > 0$: Tenaga Dorong
 $F_{TR} = 0$: Perlambatan
 $F_{TR} < 0$: Pengereman



R ... gaya tahan guling ban dalam N
 D ... gaya drag aerodinamis dalam N
 M ... massa kendaraan dalam kg
 I_w ... momen inersia kutub dari assembling roda dalam kgm^2
 r_w ... radius bergulir efektif dalam m

Energi Pengereman

$$P_{TR} = F_{TR} \cdot V \rightarrow E_{BR} \equiv - \int_{F_{TR} < 0} P_{TR}(t) \cdot dt$$

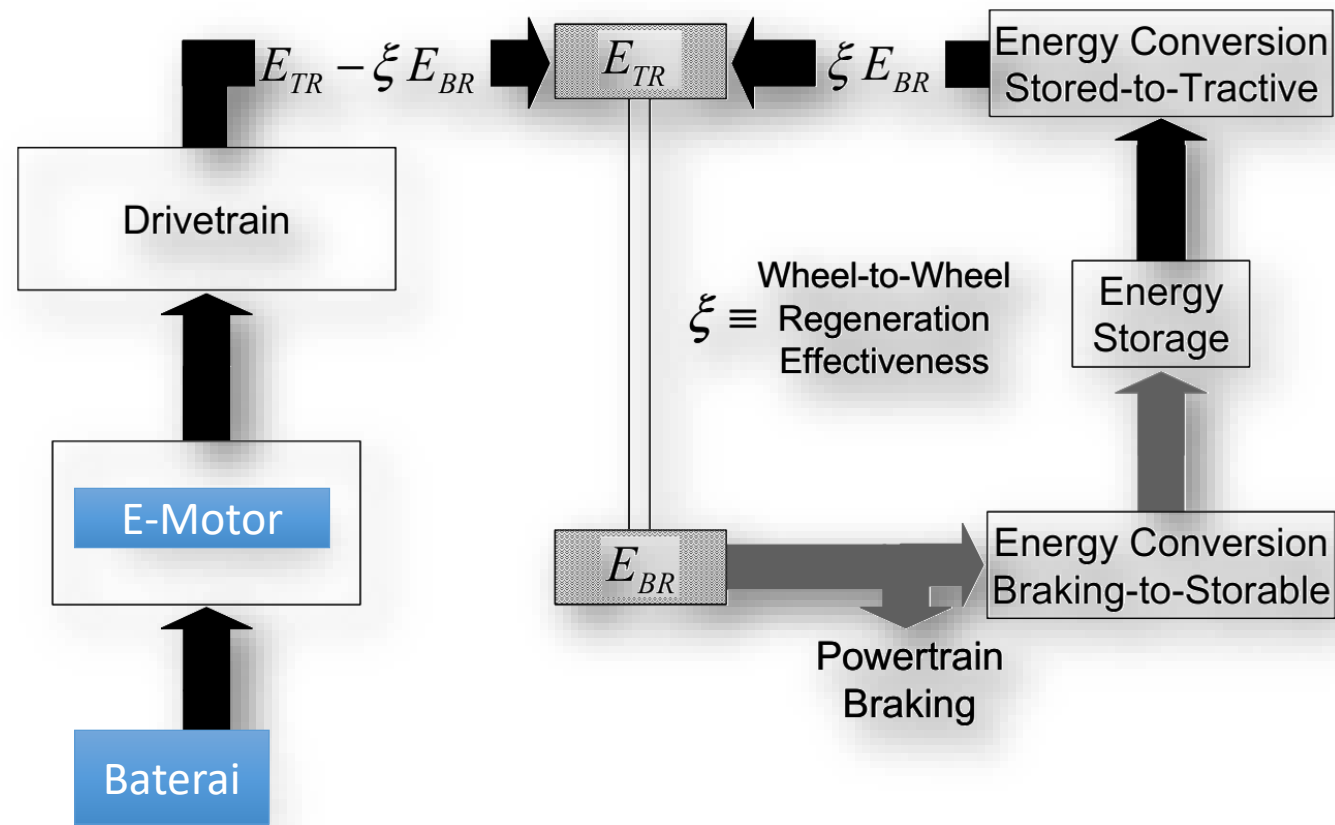


P_{TR} ... daya traksi
 F_{TR} ... gaya traksi
 V ... kecepatan kendaraan
 E_{BR} ... energy pengereman

Kecepatan dan Daya traksi (elemen dari US/EPA)

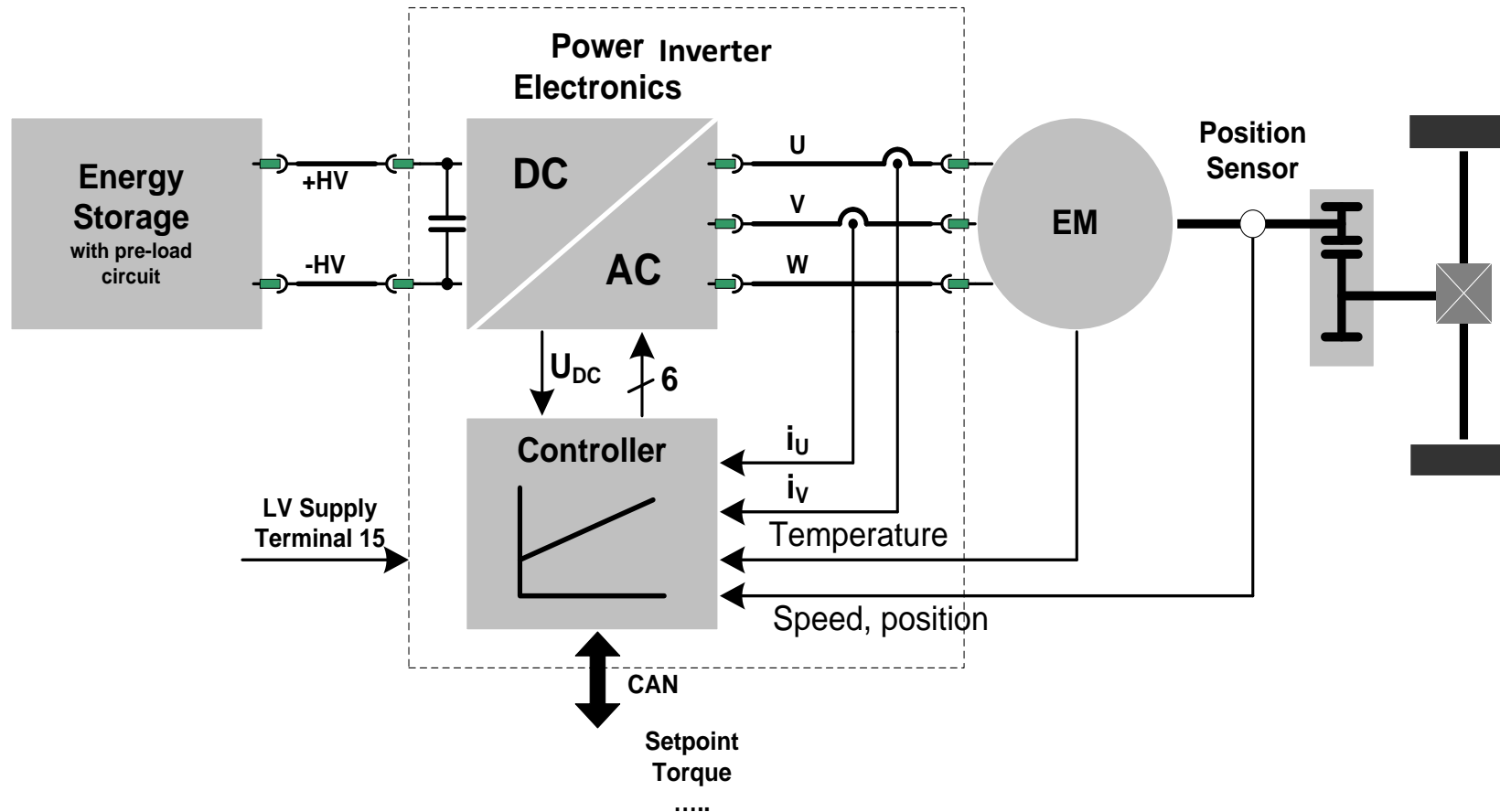
Mode Operasi – Pemulihan Energi Rem

Regenerasi Energi untuk mendukung Traksi



Manajemen Termal

Skema Detail Sistem Penggerak Listrik



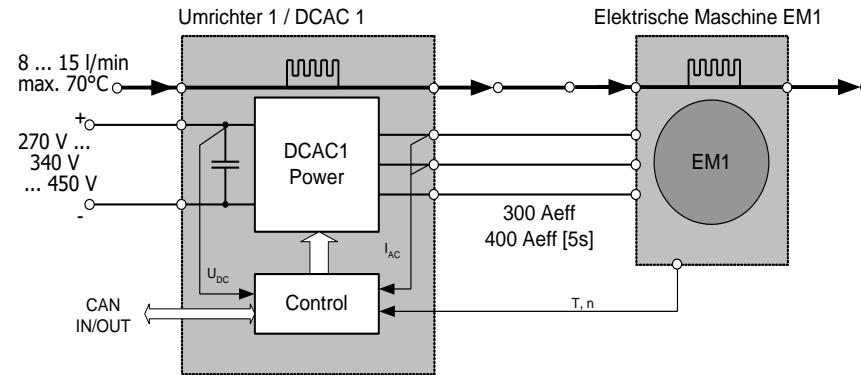
Baterai, elektronika daya, dan e-motor memerlukan pendinginan!

Manajemen Termal EV

Pendinginan Mesin listrik

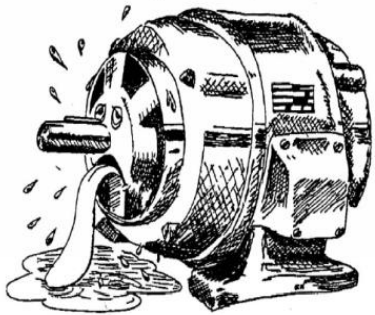


Pendingin Udara	Pendingin Cair
Anti Bocor	Lebih banyak paket kompleks yang memungkinkan
Aman dari Embun Beku	Suhu bahan rendah
Berat Rendah	Akustik
	Kepadatan arus panas yang lebih tinggi



Losses & Temperature & Power

Keep cool



Mesin Elektrik:

Pendingin udara dan cair

Elektronik daya:

Pendingin cair

inersia termal tinggi!

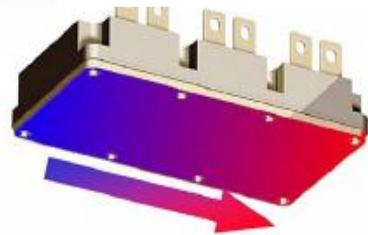
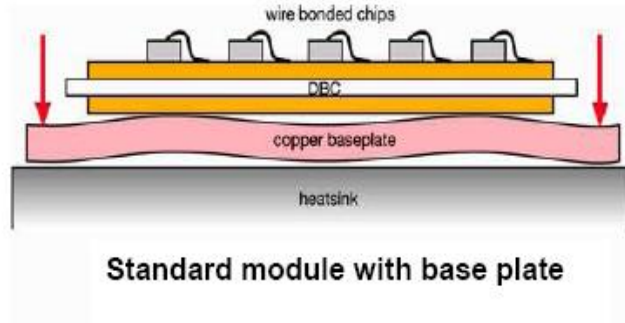
tidak ada inersia termal!

air/glikol

Pendinginan cair lebih disukai untuk EV

Inverter membutuhkan pendingin yang lebih dingin dan harus dijaga di bawah 80°C!
Jadi pertama dengan pendingin melalui inverter dan kemudian ke e-motor yang tahan suhu yang lebih tinggi yaitu ~ 105°C!

Manajemen Termal Pendinginan - Elektronik Daya

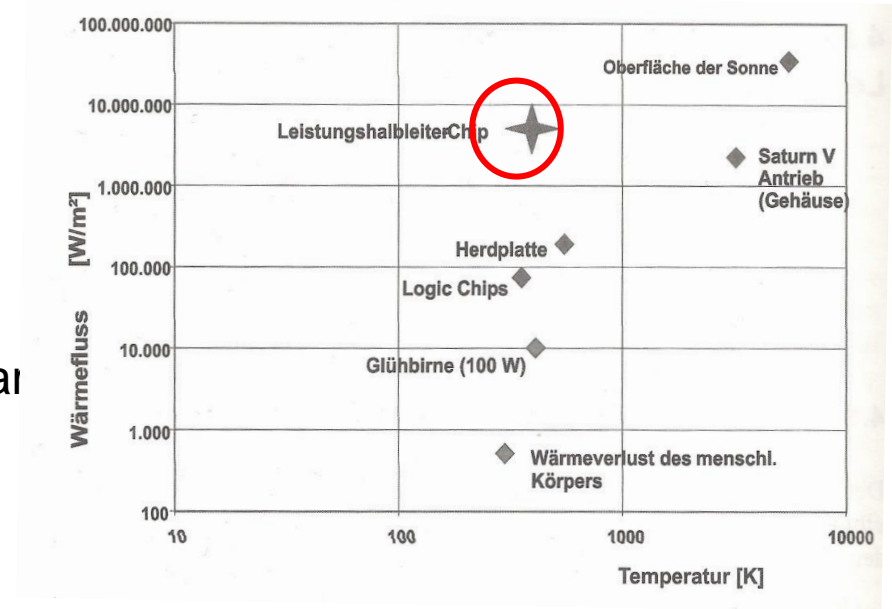
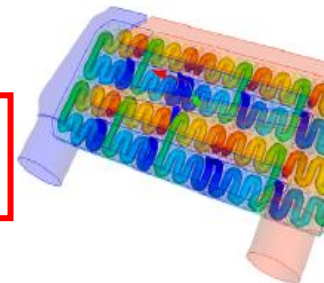


Pendinginan melalui Pelat Dasar

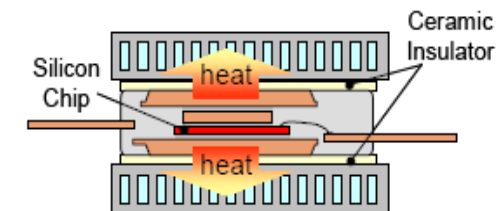
- Air - Glikol
- Max. Temperatur Masuk 85°C

Tantangan: pendinginan homogen

Solusi : Shower Power yaitu Danfoss
Pengembangan masa depan: "Pendinginan Panas"



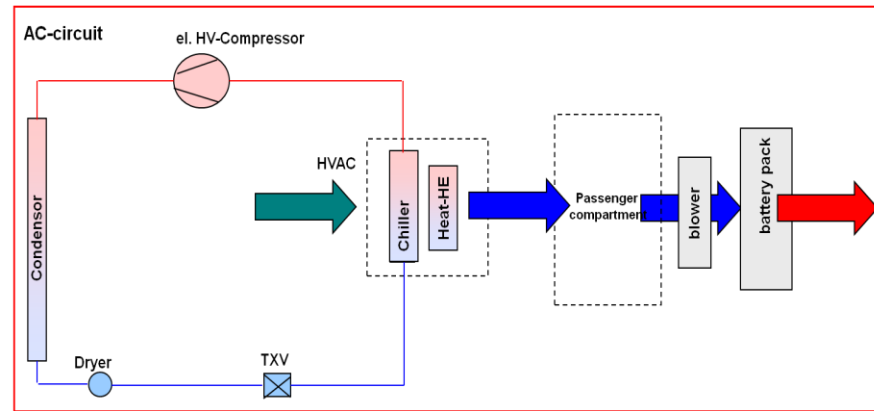
Pendinginan Dua Sisi



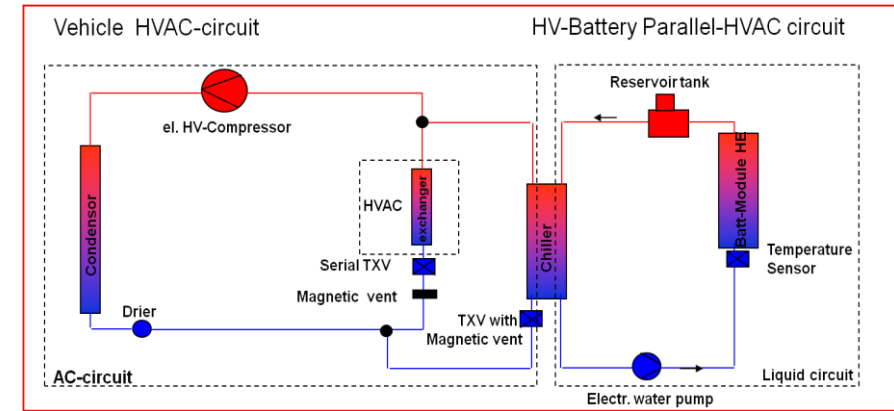
Source: Denso

Manajemen Termal Opsis Pendinginan Baterai

Pendingin Udara



Pendingin Cairan



Advantage:

- no additional liquid cooling circuit
- cooling media is isolating

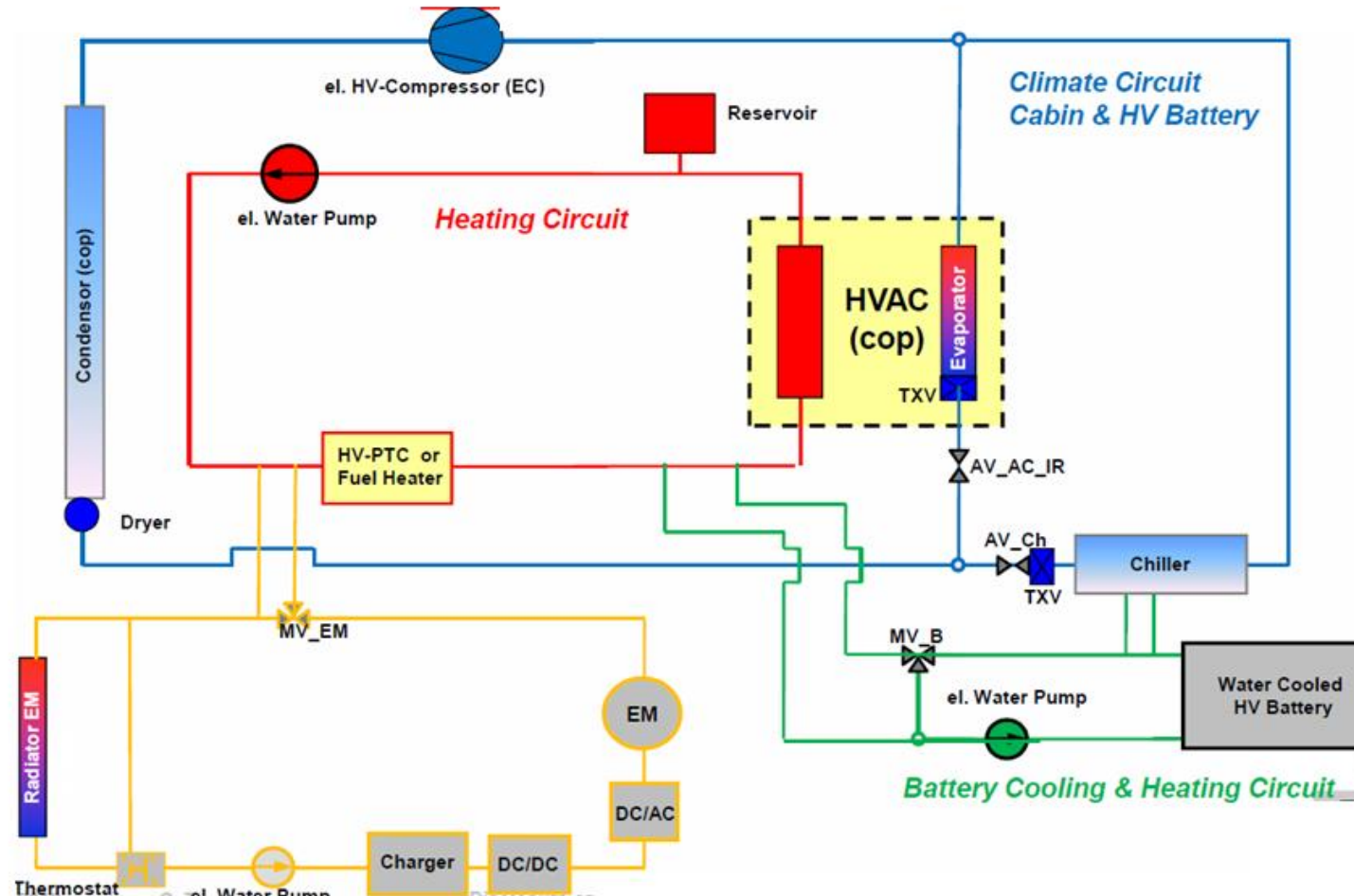
- Cooling performance well controllable
- Comfort (Noise)
- Safety (closed system)
- kompakt, flexible design

Disadvantage:

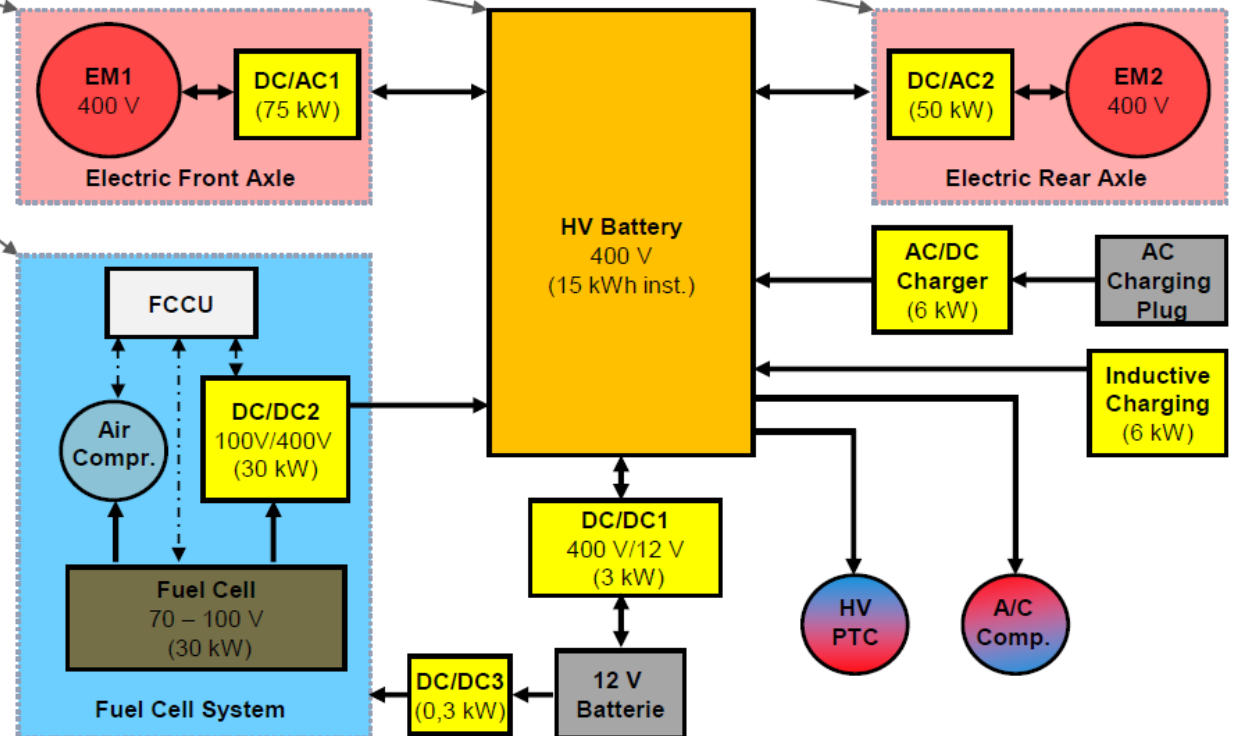
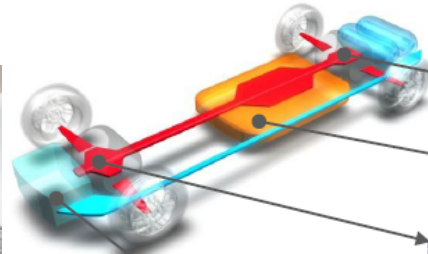
- Comfort (Noise)
- Safety not closed system
- Requires more space → higher Integration effort
- Cooling verhalten komplex

- Adaption of the existing cooling circuit
- additional cooling circuit
- Extra heating at low temperatures

Contoh: Manajemen Termal EV



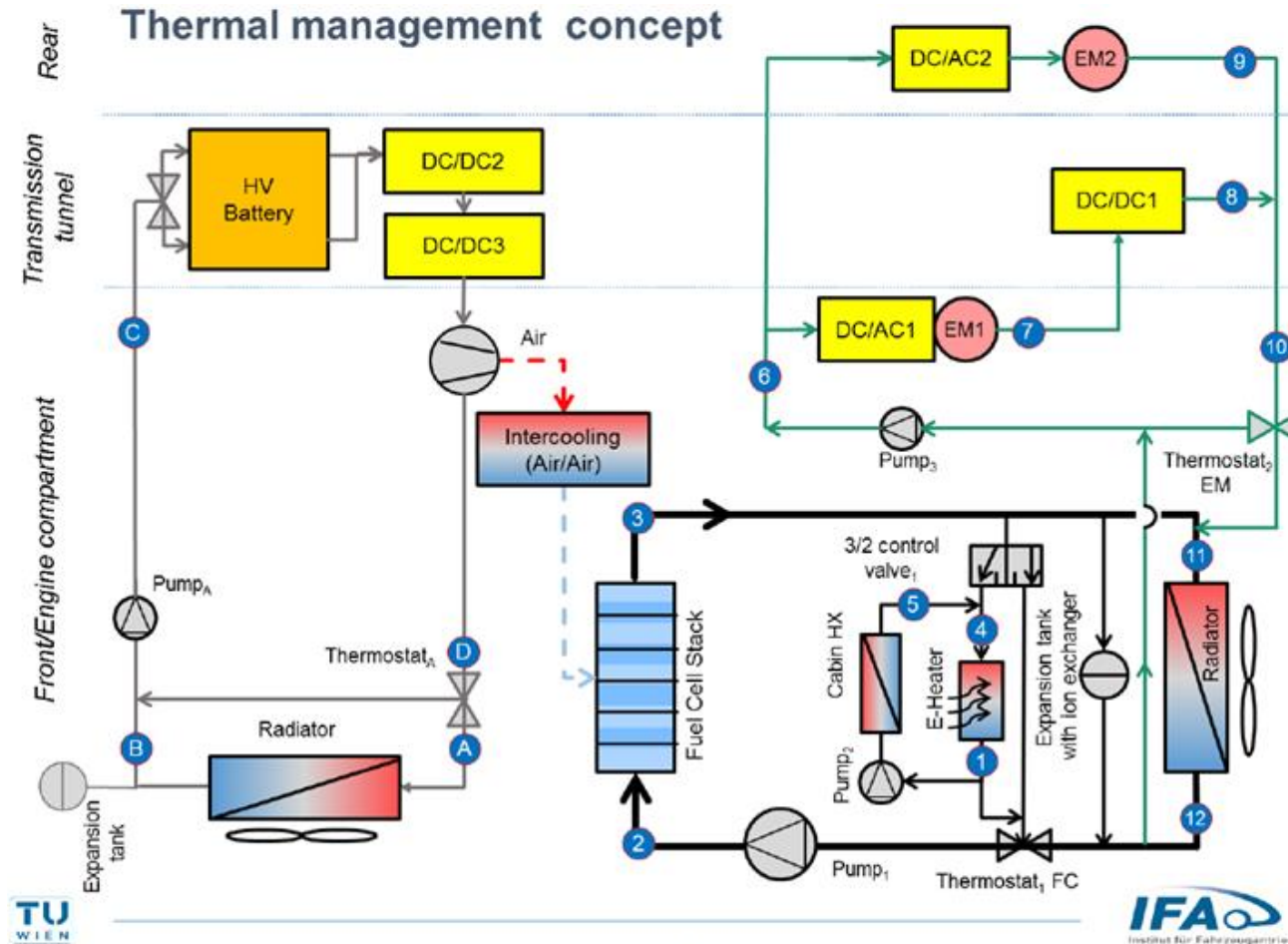
FC-EV Contoh Manajemen Termal FCREEV



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

MAGNA
R&D-ID: MSE-016

FC-EV Contoh Manajemen Termal FCREEV



Manajemen Termal EV - Kenyamanan



Prinsip:

- Hindari terlalu banyak sirkuit pendingin (Harga, Berat!)
- Gabungkan sumur panas dan konsumen dengan cara yang cerdas!

Pemanasan:

- Penggunaan pemanas listrik dapat sangat mengurangi jangkauan EV
- Peraturan khusus membatasi penggunaan sistem pemanas (AS hanya di bawah 4°C)
- Standar adalah pemanas PTC untuk EV (saat ini)

AC :

- Sistem pendingin udara standar juga mengurangi jangkauan EV secara signifikan
- HVAC digunakan untuk pendinginan baterai juga
- **Masa Depan: Sistem pompa panas energi rendah**



Manajemen Energi Hibrida - Prinsip Dasar – Pengingat



Powertrain hibrida memiliki jalur daya yang lebih panjang dengan rantai efisiensi yang lebih lama dibandingkan dengan penggerak listrik konvensional dan murni.

Efisiensi Powertrain Tergantung pada:

- Arsitektur hibrida yang dipilih,
- Efisiensi Komponen,
- Dan strategi operasi yang dipilih (new!).

Evaluasi / „Aturan Praktis“

1. Setiap transformasi energi menyebabkan kerugian
2. (Diantaranya) Penyimpanan energi menyebabkan kerugian juga
3. Mengoperasikan komponen besar di sebagian beban tidak efisien.

Yang paling penting adalah memastikan EFISIENSI terbaik di setiap titik operasi peta propulsi (kecepatan dan torsi @ roda) !!!



Manajemen Energi - Hibrida



Manajemen energi dengan EV, Hibrida, dan FCV meliputi:

- **Strategi operasional komponen utama propulsi :**
 - ICE
 - E-motor, Inverter, baterai
 - Transmisi
 - Sel Bahan Bakar
 - Kapan dioperasikan dan bagaimana?
- **Pendinginan komponen utama propulsi, pemanas, AC**
 - Manajemen kendaraan termal
- **Manajemen tambahan, komponen listrik, komunikasi, infotainment**
 - Manajemen pasokan energi listrik (jaring papan)



Manajemen Energi Hibrida

Manajemen energi dengan EV, Hibrida, dan FCV meliputi:

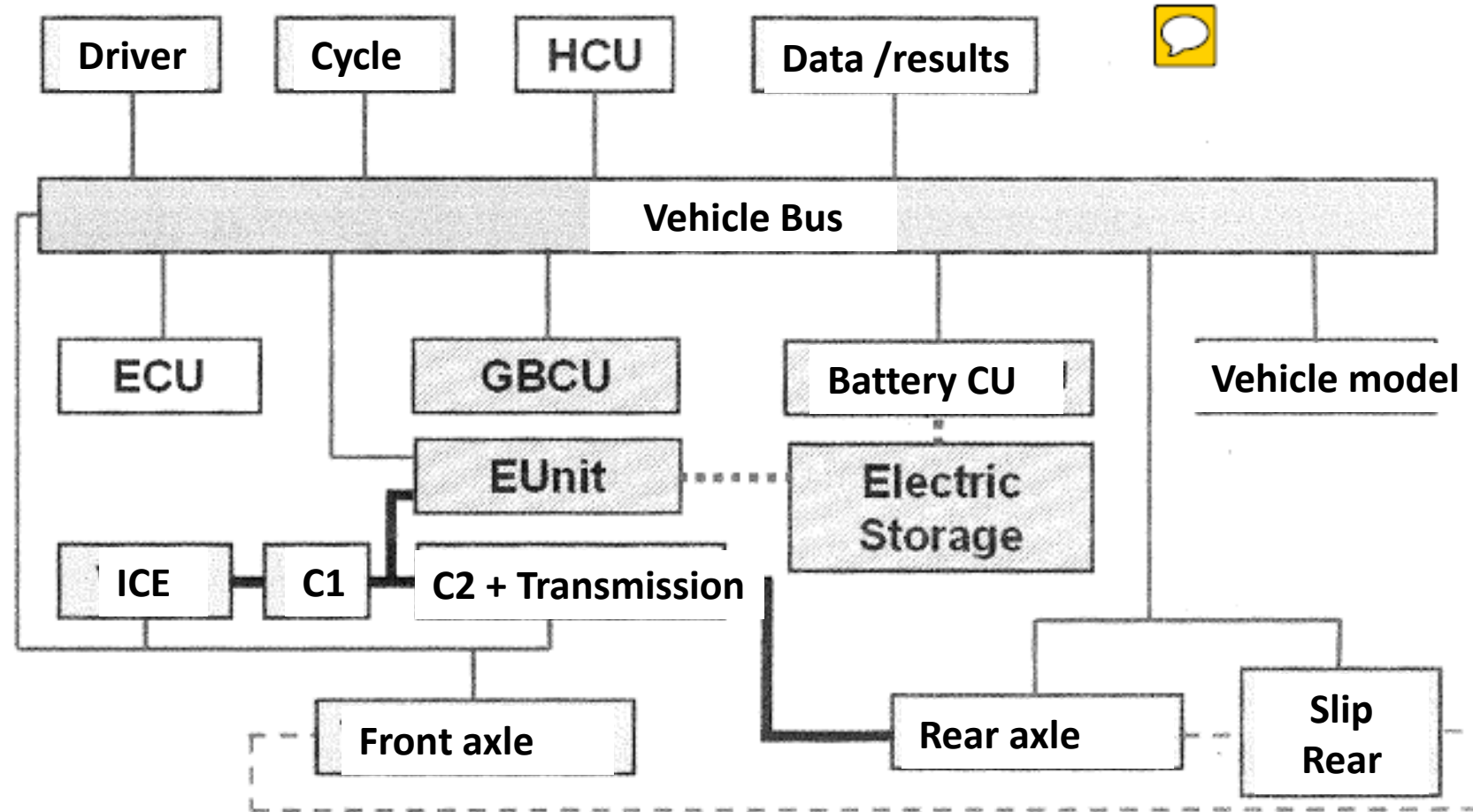
- **Strategi operasional komponen utama propulsi :**
 - ICE
 - E-motor, Inverter, baterai
 - Transmisi
 - Sel Bahan Bakar
 - Kapan dioperasikan dan bagaimana?

- **Pendinginan komponen utama propulsi, pemanas, AC**
 - Manajemen kendaraan termal

- **Manajemen tambahan, komponen listrik, komunikasi, infotainment**
 - Manajemen pasokan energi listrik (jaring papan)



Arsitektur Pengontrol Kendaraan Hibrida



Powertrain Hibrida – Mode Operasi Utama



Berikut tipikal hibrida yang perlu direalisasikan oleh sistem kontrol hibrida:

- **Strategi Start/Stop**: mesin mati saat kendaraan berhenti dan langsung mulai es saat menyentuh pedal gas
- **Pemulihan**: pemulihan energi pengereman dengan mode generator e-motor, pengisian baterai traksi saat mengemudikan kendaraan
- **„Peningkatan“**: penambahan waktu singkat motor listrik dan torsi es untuk akselerasi
- **Perpindahan beban ic-engine** : pengisian baterai selama mengemudi dengan ic-engine (permintaan torsi lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk mengemudi, menggunakan area efisiensi yang lebih baik dari peta mesin
- **Pengisian baterai saat kendaraan berhenti**: mode generator



Powertrain Hibrida – Mode Operasi Utama



Berikut tipikal hibrida yang perlu direalisasikan oleh sistem kontrol hibrida:

- **Strategi Start/Stop:** mesin mati saat kendaraan berhenti dan langsung mulai es saat menyentuh pedal gas
- **Pemulihan:** pemulihan energi pengereman dengan mode generator e-motor, pengisian baterai traksi saat mengemudikan kendaraan
- **„Peningkatan“:** penambahan waktu singkat motor listrik dan torsi es untuk akselerasi
- **Perpindahan beban ic-engine :** pengisian baterai selama mengemudi dengan ic-engine (permintaan torsi lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk mengemudi, menggunakan area efisiensi yang lebih baik dari peta mesin
- **Pengisian baterai saat kendaraan berhenti:** mode generator



Powertrain Hibrida – Mode Operasi Start/Stop



Strategi start / Stop

Pertimbangan berikut merujuk terutama pada prosedur start ICE di kendaraan hibrida:

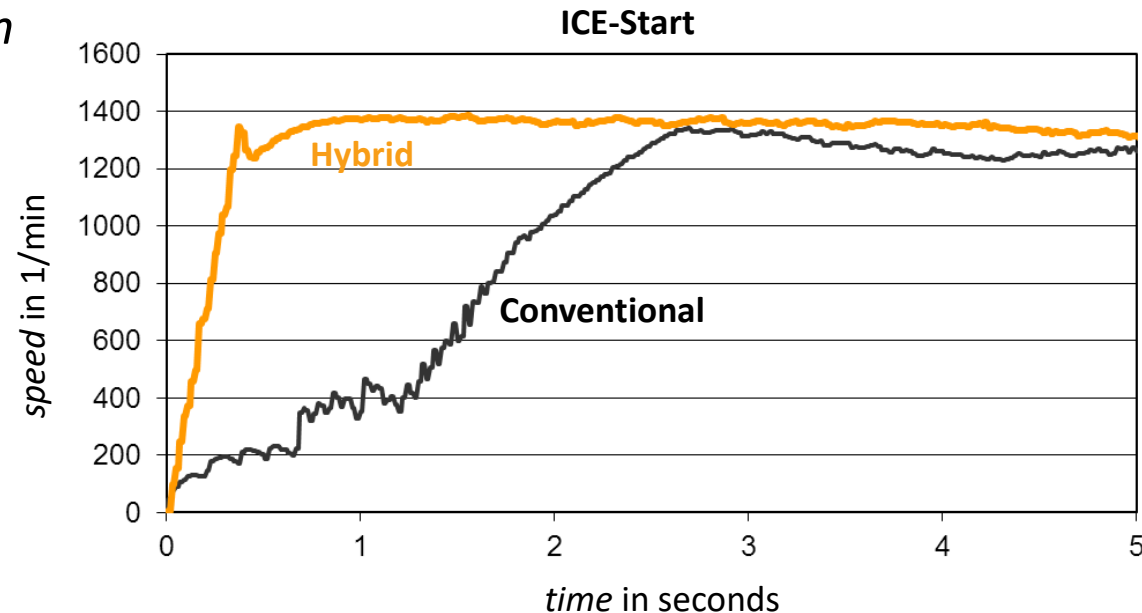
- Mematikan mesin saat kendaraan berhenti dan langsung menyalakan ICE saat menyentuh pedal gas dapat dilakukan lebih efisien dan lebih nyaman dengan hybrid
- ICE start dapat direncanakan secara strategis sebelumnya yang memungkinkan "pemanasan awal" mesin (air pendingin dengan sistem penyimpanan panas laten atau termos) atau pemanasan awal listrik sistem katalis
- Operasi intermiten – biaya (konsumsi bahan bakar), energi listrik untuk prosedur start ?
- Operasi intermiten – batasan dari sistem setelah perawatan:
 - Efek Emisi(?) > HC maksimum?
 - efek pendinginan dari prosedur start pada katalis
 - matikan suhu katalis
 - strategi/perangkat menjaga katalis tetap panas
- Keandalan/masa pakai mesin mungkin berkurang



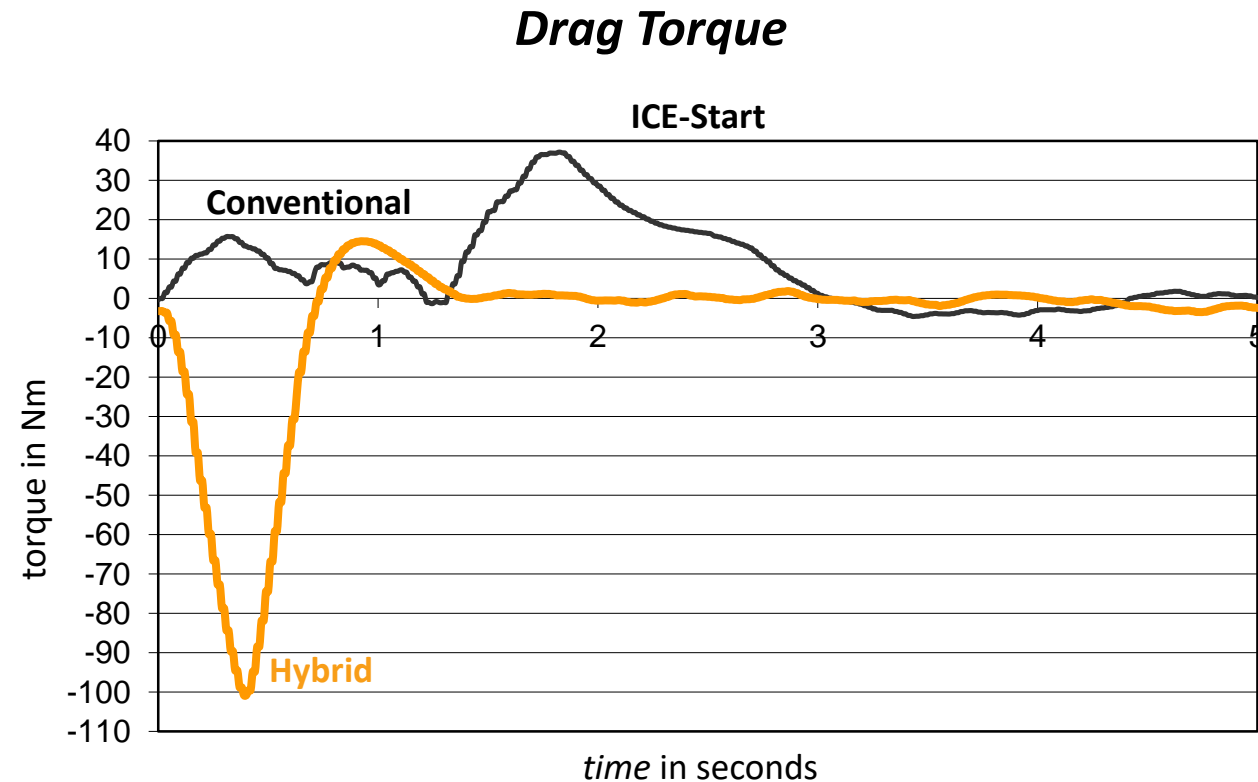
Mode Operasi – Start/Stop

Meminimalkan Periode Operasi ICE

- *Tergantung pada jadwal mengemudi, ICE dapat dimatikan (berdasarkan kebutuhan)*
- *Hibridisasi membawa potensi untuk Pengoptimalan emisi dan konsumsi bahan bakar untuk permulaan*
- *Quicker “Kenyamana Start” yang lebih cepat dan lebih baik dengan hibridisasi*

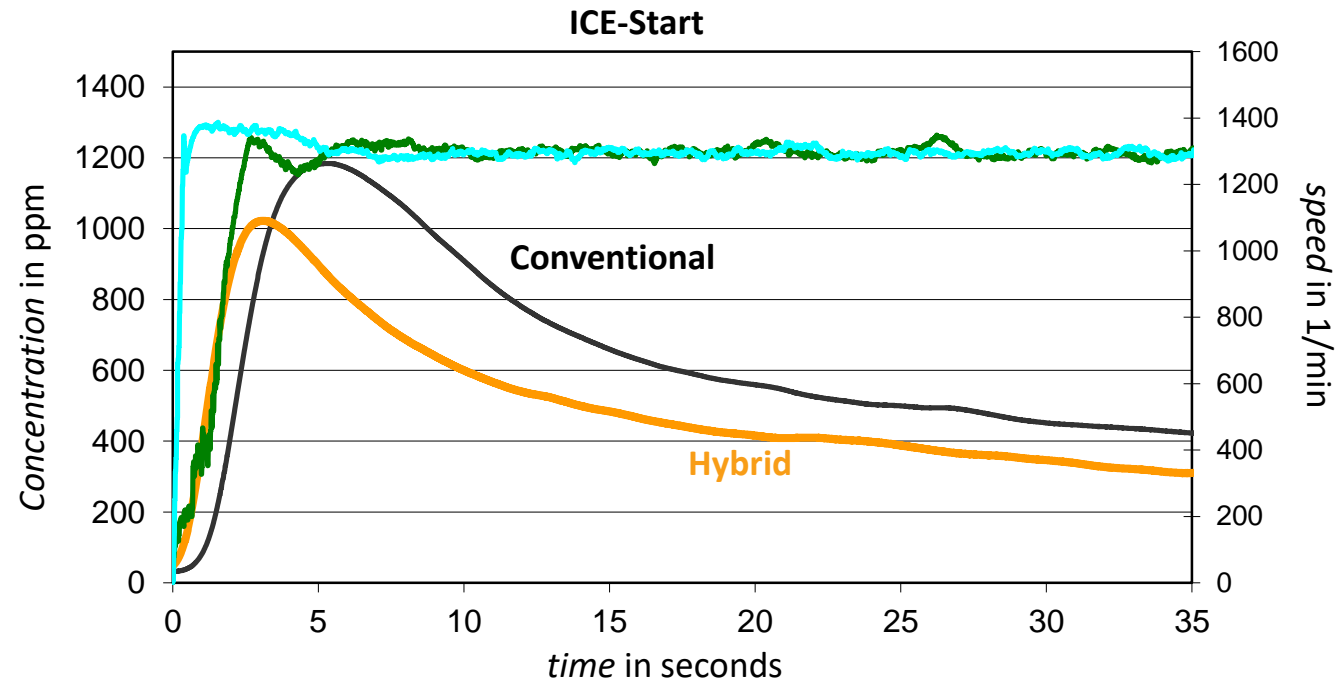


Mode Operasi – Mulai Torsi



Mode Operasi – Mulai Emisi

Hydrocarbons HC



Winter, Stefan: Simulationsgestützte Optimierung eines Parallelhybridantriebsstrangs durch methodische Adaptierung eines modernen direkteinspritzenden aufgeladenen Ottomotors. Wien (2008), Dissertation TU Wien



Powertrain Hibrida – Mode Operasi Utama



Berikut tipikal hibrida yang perlu direalisasikan oleh sistem kontrol hibrida:

- **Strategi Start/Stop**: mesin mati saat kendaraan berhenti dan langsung mulai es saat menyentuh pedal gas
- **Pemulihan**: pemulihan energi pengereman dengan mode generator e-motor, pengisian baterai traksi saat mengemudikan kendaraan
- **„Peningkatan“**: penambahan waktu singkat motor listrik dan torsi es untuk akselerasi
- **Perpindahan beban ic-engine** : pengisian baterai selama mengemudi dengan ic-engine (permintaan torsi lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk mengemudi, menggunakan area efisiensi yang lebih baik dari peta mesin)
- **Pengisian baterai saat kendaraan berhenti**: mode generator



Powertrain Hibrida – Pemulihan Energi Rem



Pemulihan Energi Rem

Pertimbangan berikut merujuk terutama pada pemulihan energi rem dalam kendaraan hibrida:

- Pada prinsipnya pertimbangan yang sama berlaku seperti yang dibahas dengan EV
- Selain itu torsi gesekan mesin ICE perlu dipertimbangkan dalam keadaan tertentu

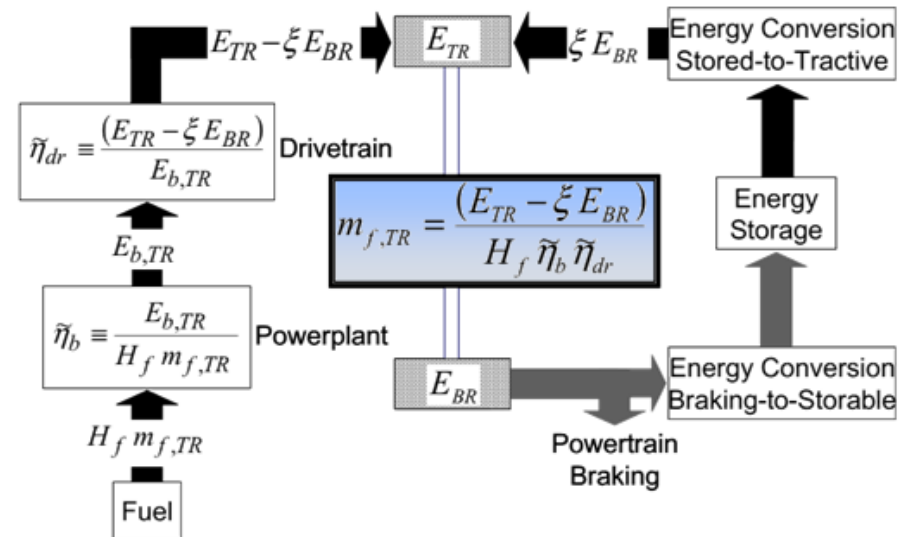


Powertrain Hibrida – Pemulihan Energi Rem

Konsumsi Bahan Bakar untuk Kendaraan dengan Pengereman Regeneratif

$$\tilde{\eta}_b \equiv \frac{E_{b,TR}}{H_f \cdot m_{f,TR}}$$

$$\tilde{\eta}_{dr} \equiv \frac{(E_{TR} - \xi \cdot E_{BR})}{E_{b,TR}}$$



$\tilde{\eta}_b$... *Konsumsi Bahan Bakar – Efisiensi termal rem rata – rata tertimbang untuk kendaraan hibrida selama mengemudi*

$E_{b,TR}$... *total energi rem mesin dikirim ke rantai penggerak untuk propulsi dalam kJ*

$\tilde{\eta}_{dr}$... *rata – rata efisiensi rantai penggerak tertimbang energi transfer untuk kendaraan hibrida selama mengemudi*

E_{TR} ... *energi traksi total yang diperlukan pada antarmuka ban – jalan untuk kendaraan hibrida selama mengemudi dalam kJ*

ξ ... *efektivitas regenerasi pengereman roda ketika mengemudi*

E_{BR} ... *total energi yang dikeluarkan oleh pengereman roda dalam kJ*

Powertrain Hibrida – Mode Operasi Utama

Berikut tipikal hibrida yang perlu direalisasikan oleh sistem kontrol hibrida:

- **Strategi Start/Stop**: mesin mati saat kendaraan berhenti dan langsung mulai es saat menyentuh pedal gas
- **Pemulihan**: pemulihan energi pengereman dengan mode generator e-motor, pengisian baterai traksi saat mengemudikan kendaraan
- **„Peningkatan“**: penambahan waktu singkat motor listrik dan torsi es untuk akselerasi
- **Perpindahan beban ic-engine** : pengisian baterai selama mengemudi dengan ic-engine (permintaan torsi lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk mengemudi, menggunakan area efisiensi yang lebih baik dari peta mesin)
- **Pengisian baterai saat kendaraan berhenti**: mode generator



Powertrain Hibrida – Mode Boosting



ICE Boosting

Pertimbangan berikut khususnya mengacu pada peningkatan daya pada kendaraan hibrida.

- Menambahkan torsi untuk situasi permintaan daya tinggi seperti peluncuran kendaraan, menyalip.
- Beberapa potensi untuk menghindari kondisi beban penuh ICE > hindari area peta $\lambda < 1$ dan konsumsi bahan bakar yang buruk > efisiensi terbaik
- Secara umum kecil/tidak ada kemungkinan untuk pengurangan konsumsi bahan bakar (rantai efisiensi panjang @Dari segi listrik!)



Powertrain Hibrida – Mode Operasi Utama



Berikut tipikal hibrida yang perlu direalisasikan oleh sistem kontrol hibrida:

- **Strategi Start/Stop**: mesin mati saat kendaraan berhenti dan langsung mulai es saat menyentuh pedal gas
- **Pemulihan**: pemulihan energi pengereman dengan mode generator e-motor, pengisian baterai traksi saat mengemudikan kendaraan
- **„Peningkatan“**: penambahan waktu singkat motor listrik dan torsi es untuk akselerasi
- **Perpindahan beban ic-engine** : pengisian baterai selama mengemudi dengan ic-engine (permintaan torsi lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk mengemudi, menggunakan area efisiensi yang lebih baik dari peta mesin)
- **Pengisian baterai saat kendaraan berhenti**: mode generator



Powertrain Hibrida – Mode Pergeseran Beban



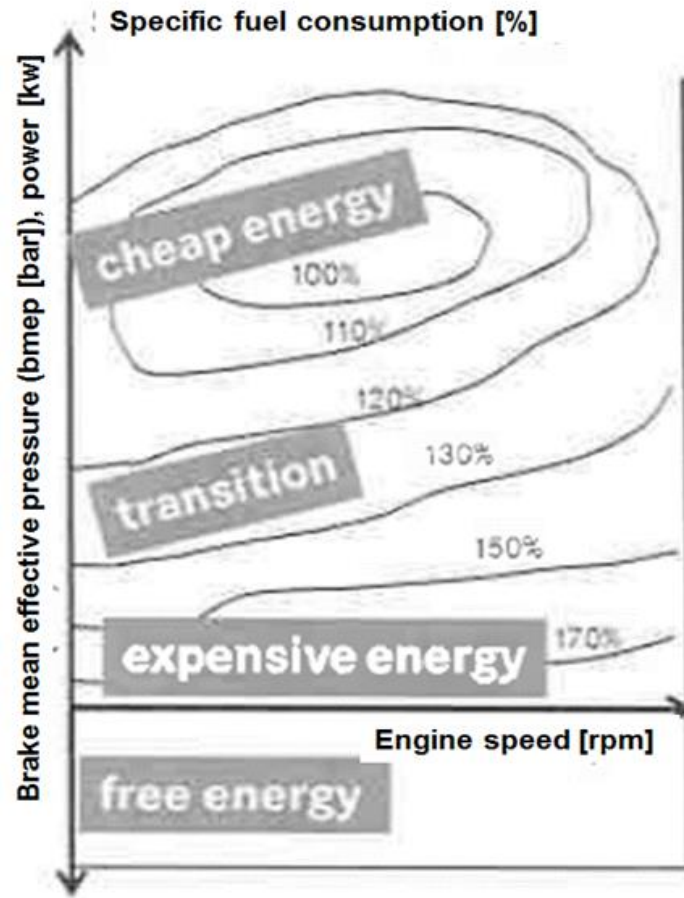
Pergeseran Beban ICE “LPS”

Pertimbangan berikut khususnya merujuk pada pemindahan beban dalam kendaraan hybrid:

- Dalam peta efisiensi mesin atau area konsumsi bahan bakar spesifik, titik operasi dengan efisiensi baik dan buruk dapat diidentifikasi – titik terbaik beban maksimum, beban komponen yang buruk h!
- Jika energi listrik perlu diproduksi di kapal (tidak diambil dari jaringan), listrik harus diproduksi di area peta di mana efisiensinya tinggi atau “energinya murah”!



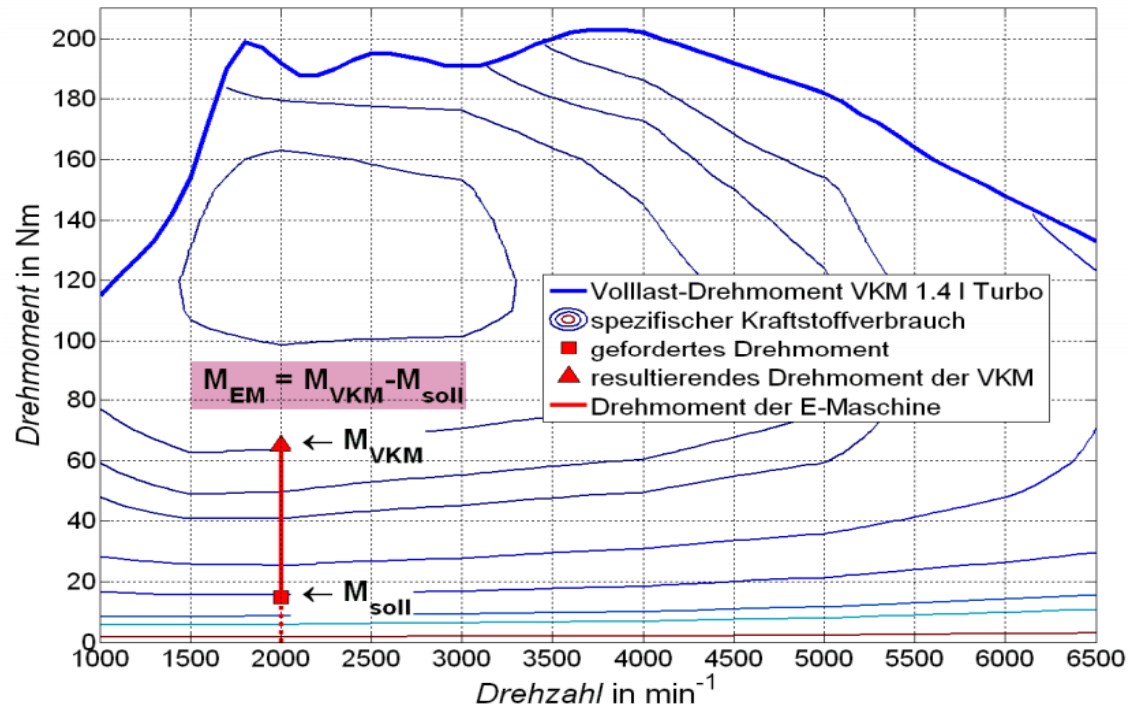
Powertrain Hibrida – Mode Pergeseran Beban



Biaya energi (listrik) di peta ICE

- Secara umum manajemen energi powertrain canggih perlu fokus pada area di mana energi yang dihasilkan murah atau bahkan gratis!
- Energi gratis > Pemulihan energy rem
- Energi murah untuk produksi listrik @ pada beban yang lebih tinggi untuk menghindari area peta mesin yang tidak efisien.
- Hindari Kondisi Beban Penuh
- Energi yang dihasilkan akan disimpan dalam baterai untuk digunakan nanti dengan efisiensi total yang baik

Mode Operasi - Mode Pergeseran Beban

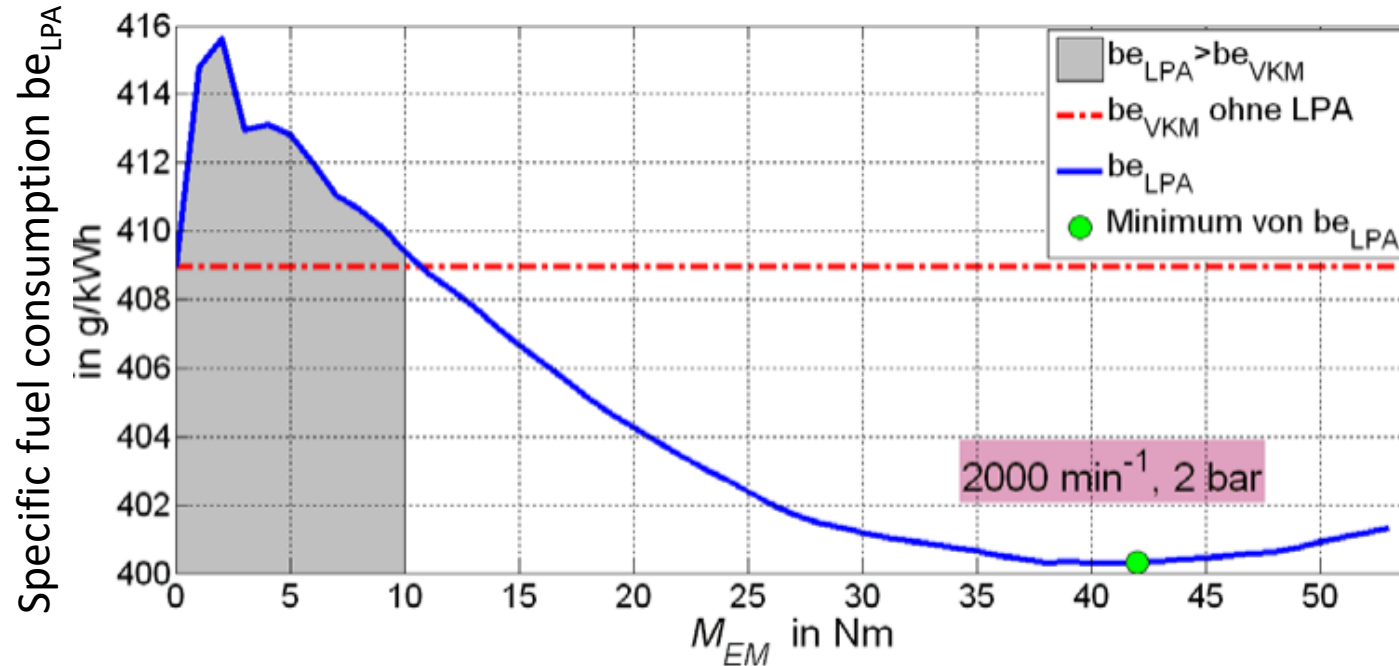


Pergeseran titik beban didefenisikan oleh:

- Kecepatan yang dibutuhkan dari ICE (n)
- Torsi yang dibutuhkan (M_{soll})
- Torsi Pergeseran Titik Beban Listrik
- Mesin (M_{EM})

$$be_{(LPA)}|_{n=konst} = \frac{BE_{(M_{VKM})}}{P_{soll} + P_{EM} \cdot \eta_{gen} \cdot \eta_{batein} \cdot \eta_{bataus} \cdot \eta_{mot}} \quad \text{in } g/kWh$$

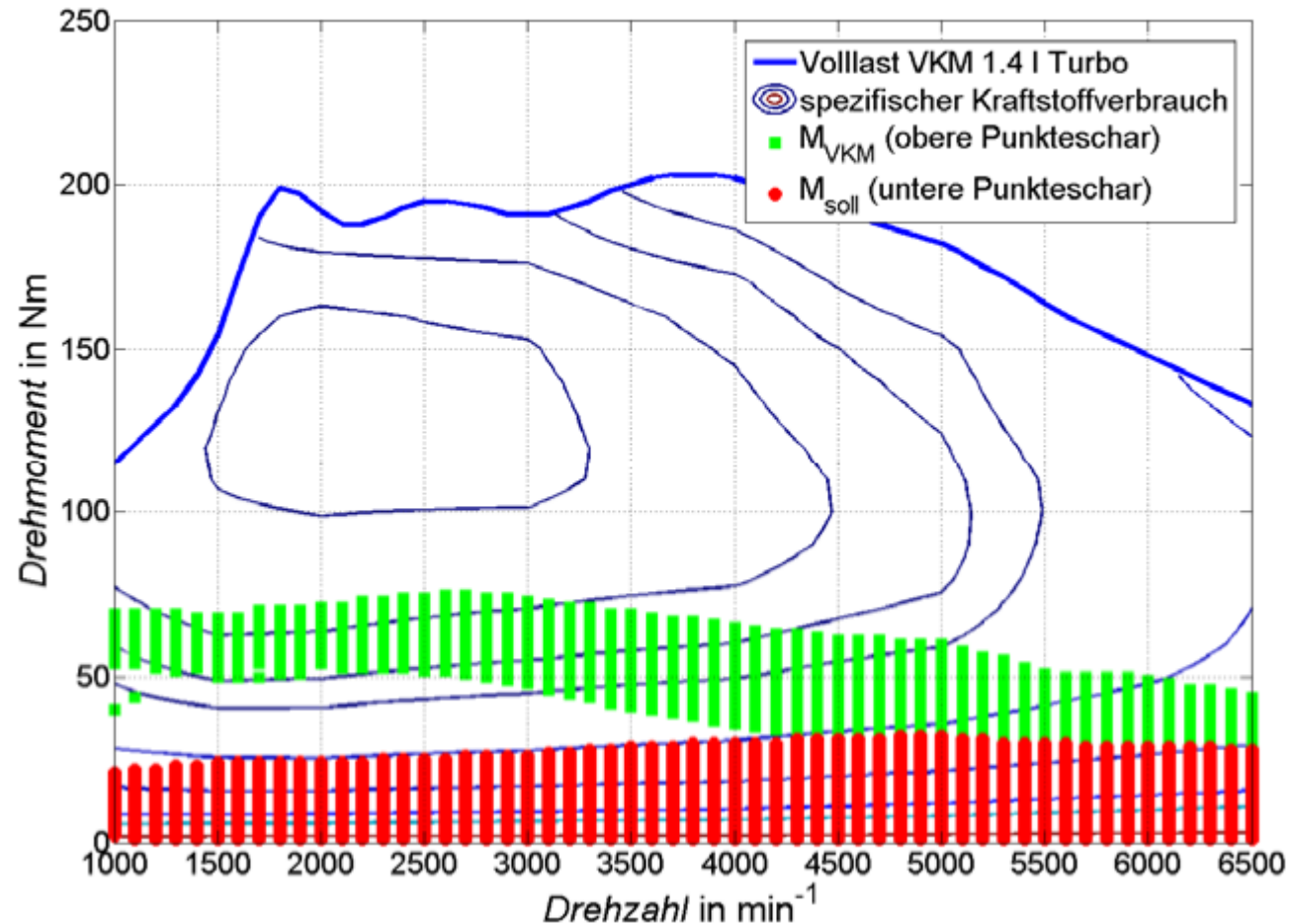
Mode Operasi - Mode Pergeseran Beban



$be_{(LPA)}$ über LPA-Moment M_{EM} für LPA bei 2000 min^{-1} 2 bar

$$be_{(LPA)}|_{n=\text{konst}} = \frac{BE_{(M_{VKM})}}{P_{\text{soll}} + P_{EM} \cdot \eta_{\text{gen}} \cdot \eta_{\text{batein}} \cdot \eta_{\text{bataus}} \cdot \eta_{\text{mot}}} \quad \text{in g/kWh}$$

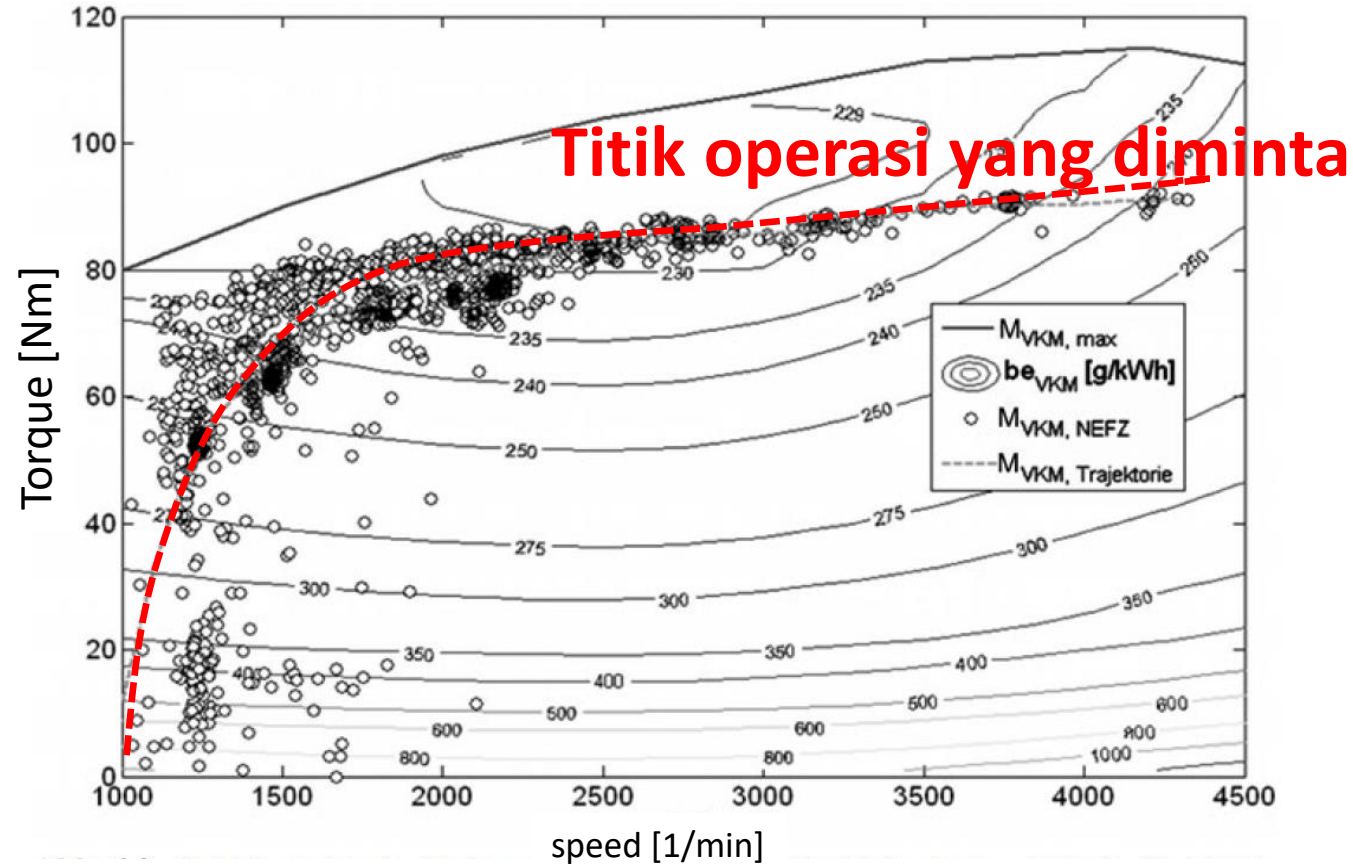
Mode Operasi - Mode Pergeseran Beban (LPS)



Winter, Stefan: Simulationsgestützte Optimierung eines Parallelhybridantriebsstrangs durch methodische Adaptierung eines modernen direkt einspritzenden aufgeladenen Ottomotors. Wien (2008), Dissertation TU Wien



Perampingan & Penurunan Kecepatan (CVT-) Strategi Operasi ICE - Prius



Titik Operasi ICE Prius dalam siklus dan lintasan kota

Manajemen Termal Hibrida

- **Hingga 3 sirkuit pendingin @ 3 tingkat suhu diperlukan dalam mobil hibrida:** 90-110 °C untuk ICE; 60-90 °C untuk inverter dan motor listrik, 30 hingga 40 °C untuk baterai; sistem yang kompleks ini adalah pemicu biaya tambahan!
- **Panas tambahan dapat dihasilkan oleh pemanas PTC atau sistem penyimpanan:** Pemanas PTC mengurangi jangkauan, sistem penyimpanan juga rumit dan mahal!
- **Kompresor A/C yang digerakkan listrik:** solusi standar, tetapi membutuhkan daya tinggi (hingga 3kW) dan mengurangi jangkauan listrik murni secara dramatis
- **Sistem penyimpanan panas laten:** belum menemukan jalan mereka ke produksi karena alasan biaya
- Beberapa harapan untuk mengurangi upaya dapat diharapkan dengan pengenalan semikonduktor baru (SiC), yang memungkinkan suhu pendinginan yang lebih tinggi untuk inverter



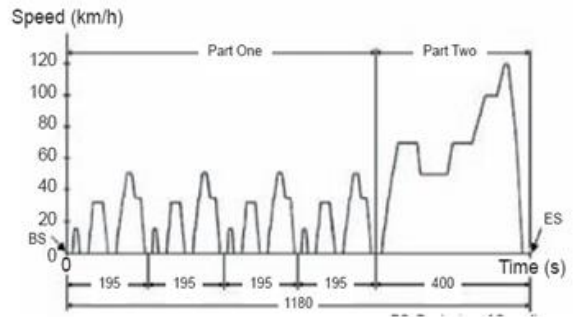
Hasil yang Diukur Dengan EV dan Hibrida

■ **Start / Stop Strategy:**

Shut-off ICE - Intermittent engine operation
 ICE is shut off in phases with bad efficiency and whenever not really needed (idle, part load operation,..). Re-start dependent on efficiency , dynamic requirement, SOC of battery. Comfort issues need to be observed.

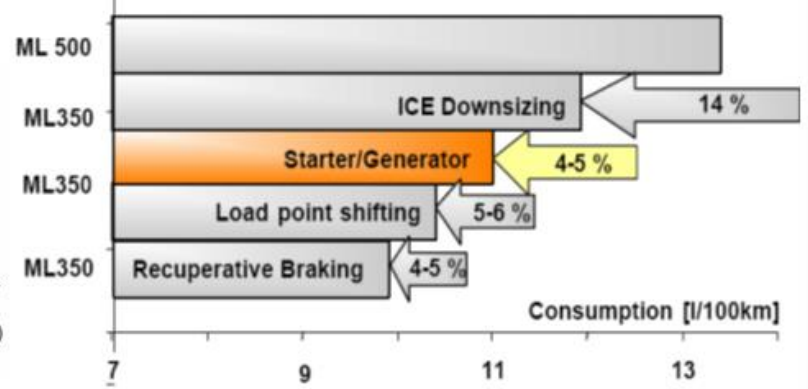
EUROPEAN UNION

DRIVING CYCLE FOR EUROPEAN UNION
 Urban ("ECE") + extra-urban cycle ("EUDC")

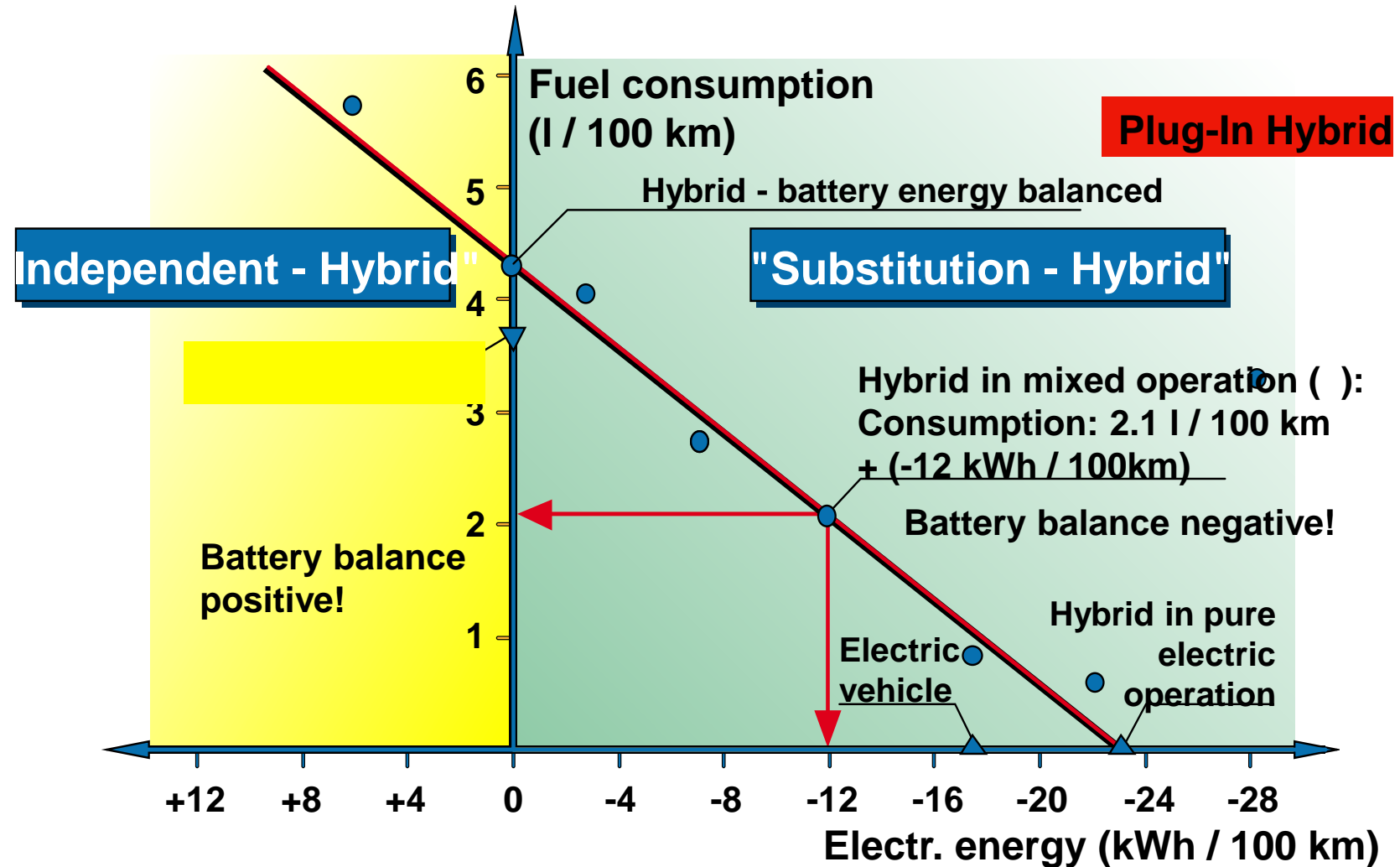


Potential savings: 5 to 12 %

Potentials for Savings in NEDC Cycle

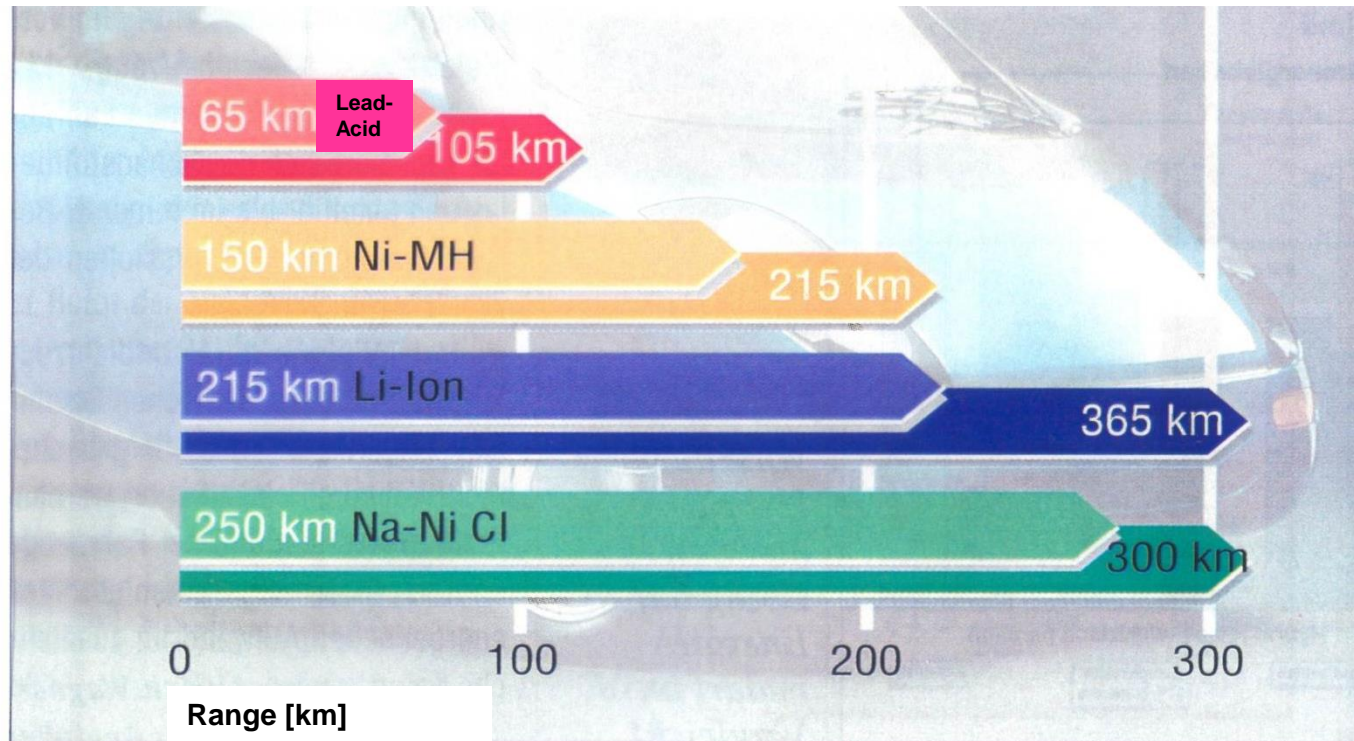


Konsumsi Bahan Bakar dengan Kendaraan Hibrida Tergantung pada Strategi Operasi



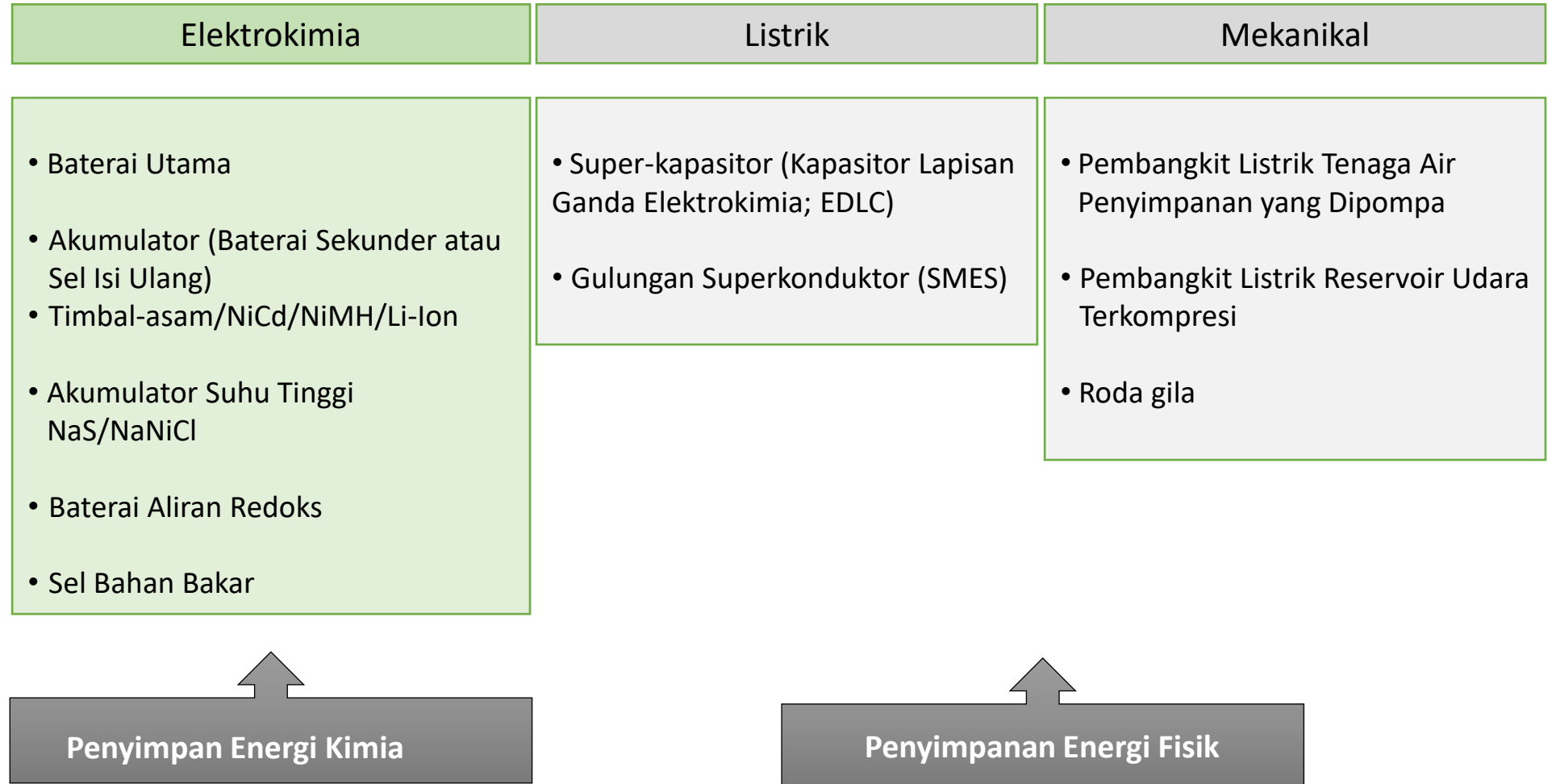
Penyimpanan Energi/ Baterai

Seberapa jauh saya bisa mendapatkan dengan - baterai jenis apa??



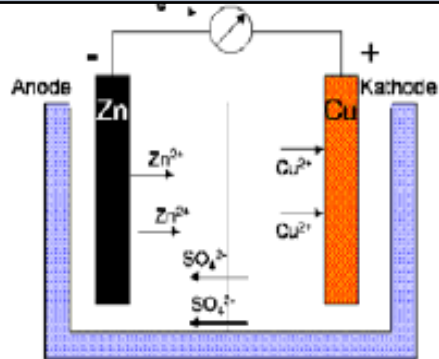
Perbaikan yang diharapkan
 Dalam teknologi baterai dalam 10 tahun terakhir menyebabkan peningkatan tiba-tiba dalam jangkauan [km]

Sistem Penyimpanan Energi - Klasifikasi

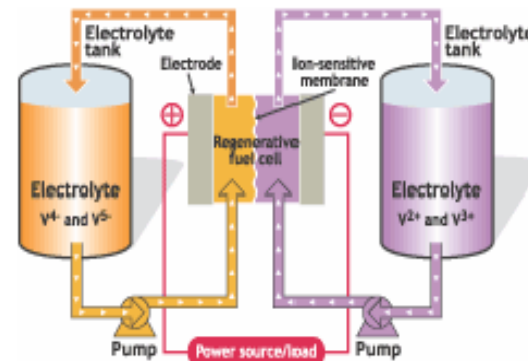


Penyimpanan Energi Kimia

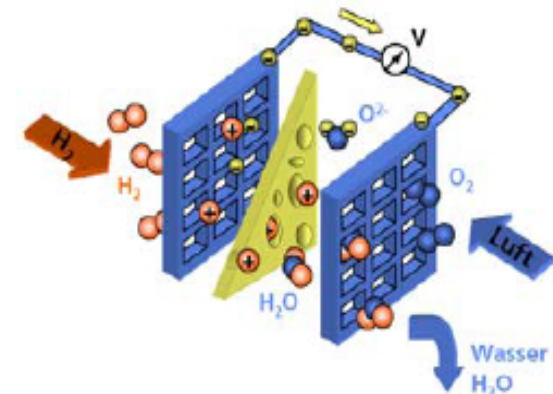
Baterai Primer dan Tipe sekunder
 Penyimpanan energi di bahan elektroda
 Elektrolit statis di dalam sel



Arus Baterai
 Media penyimpan energi adalah Elektrolit disimpan dalam tangki eksternal
 Hibrida antara sel bahan bakar dan baterai



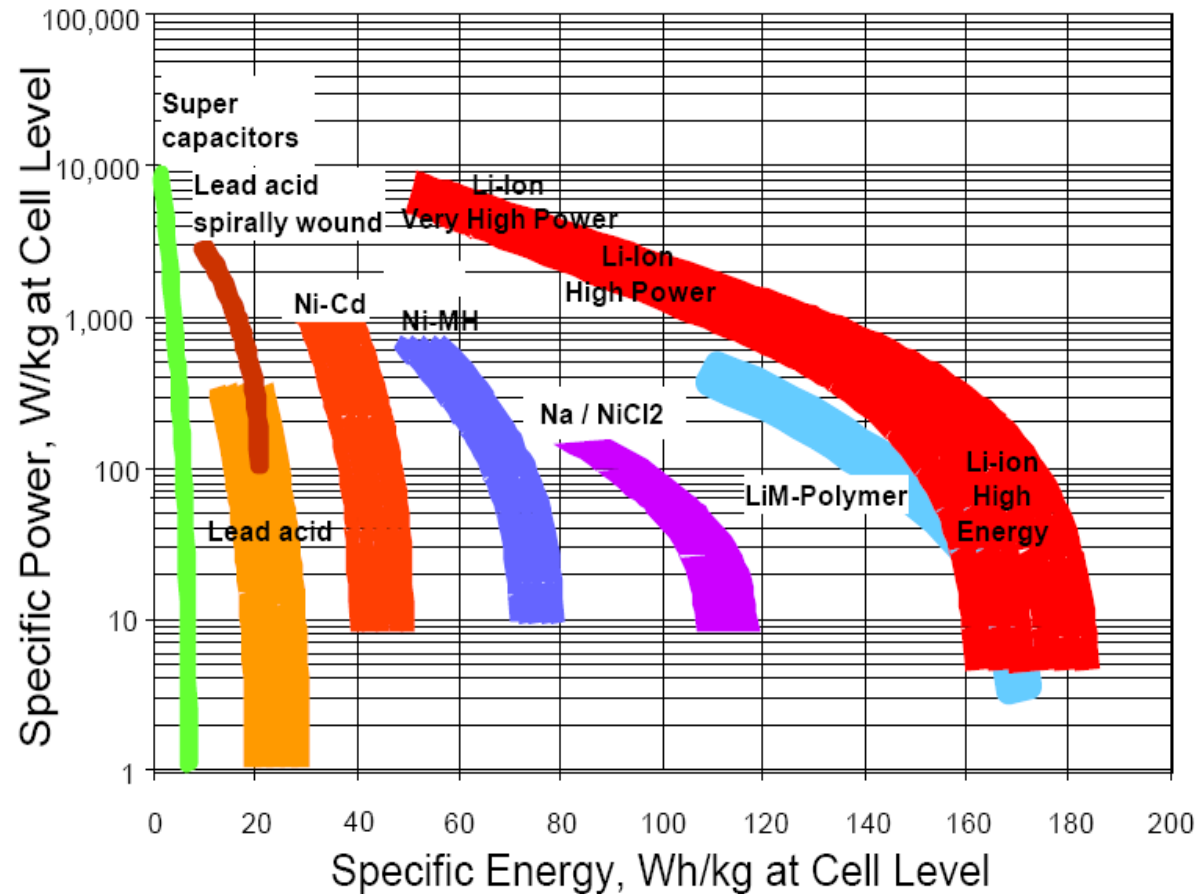
Sel Bahan Bakar
 Media energi cair atau bahan bakar gas
 Elektrolit statis di dalam sel



Kapasitor Super
 Penyimpanan energi dalam lapisan ganda listrik, elektrolit statis di dalam sel

Tipe Baterai: Diagram Ragone

High specific energy and power



Source: JCS

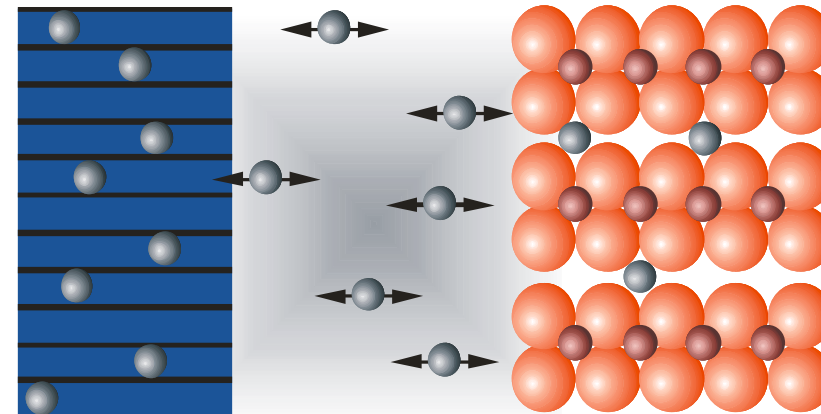
Baterai Li-Ionen Standar Saat Ini

Kepadatan energi yang tinggi!!!

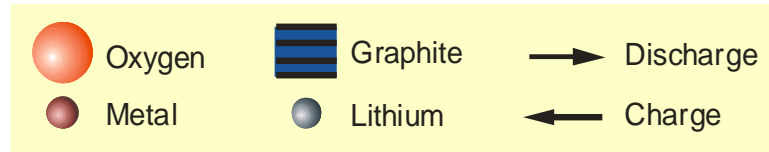
Tetapi teknologi ini membutuhkan diagnosis yang ekstensif!

Batas tegangan untuk sel yang berbeda Terlalu tinggi atau terlalu rendah akan menghancurkan sel

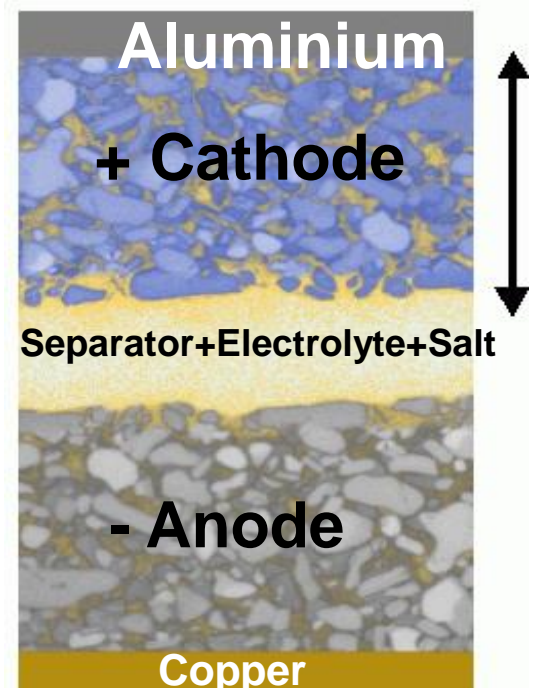
Akkutechnologie	Unterspannung	Überspannung
LiFePO ₄	2,000V	3,800V
Lithium-Polymer	2,500V	4,250V



Negative Electrode Electrolyte Positive Electrode



Material di dalam Ion-Litium cell 1



Material yang ditemukan dalam sel Li-Ion yang tersedia secara komersial:

Anoda: Karbon (grafit alami, diperlakukan "keras" karbon...)

katoda: Oksida Logam Lithium (LiMn_2O_4 ,
 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$, LiCoO_2 , ...)
Lithium Iron Phosphate (LiFePO_4)

Separator: Polimer (polyethylene-foil)

Elektrolit: Organic solvents (Ethyl carbonate, Diethyl Carbonate, Dimethyl Carbonate ...)

Garam konduktif: Lithium Hexafluorophosphate (LiPF_6)

Bahan Lain: Casing (Al, stainless steel),
laminated Al-foil

Li-Ion - Karakteristik Bahan Yang Berbeda

Example :

Evaluasi berbeda
Bahan elektroda

Material	Potential mV vs. Li/Li*	mAh/g	Safety	Stability	Cost
Graphite	10 - 300	320	0	+	+
Hard carbon	10 - 1000	200	+	+	+
Lithium alloy	50 - 800	< 3900 Si < 1000 Sn	0	-	?
$\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$	1400 - 1600	150	++	++	0

Anode material

Material	Energy density	Power density	Safety	Stability	Cost
LiCoO_2	Yellow	Orange	Orange	Green	Red
$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$	Green	Green	Red	Green	Yellow
$\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$	Yellow	Yellow	Orange	Green	Yellow
LiMn_2O_4	Red	Green	Yellow	Red	Green
LiFePO_4	Red	Green	Green	Green	Green

Cathode material

Evaluasi mengenai:

- kepadatan energi
- Keamanan,
- stabilitas (penuaan)
- Harga

Li-Ion – Perkembangan Sell/ Status

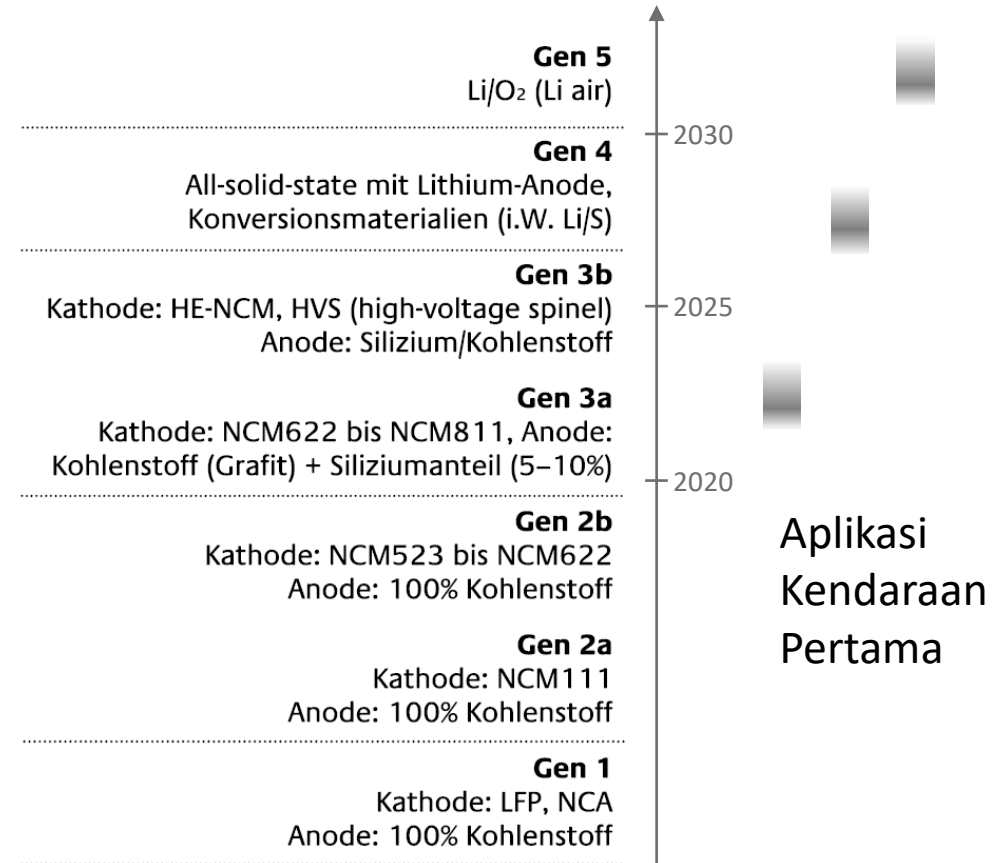


- Sekarang:
Lithium-Ionen Batteries 2. Generation

- Elektrolit cair
- kandungan kobalt yang tinggi

- Kedepannya:

- Pengurangan Kandungan Kobalt
- Meningkatkan kandungan silika
- **OCV hingga 4.4 V**
- **Solid state-Elektrolit**
(anti bocor dan tahan api)
- **Metal-Air-Electrodes (Li/O₂)**

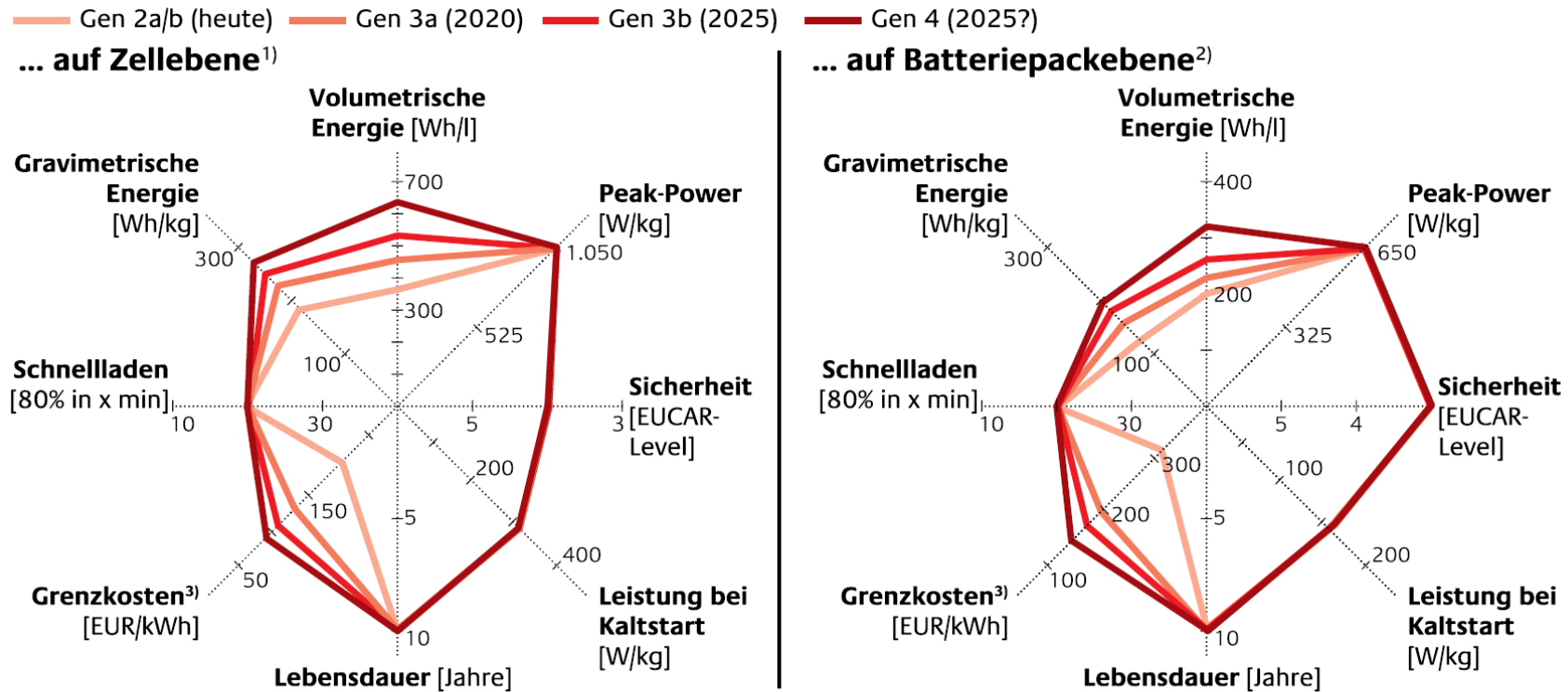


Quelle: NPE, 2016



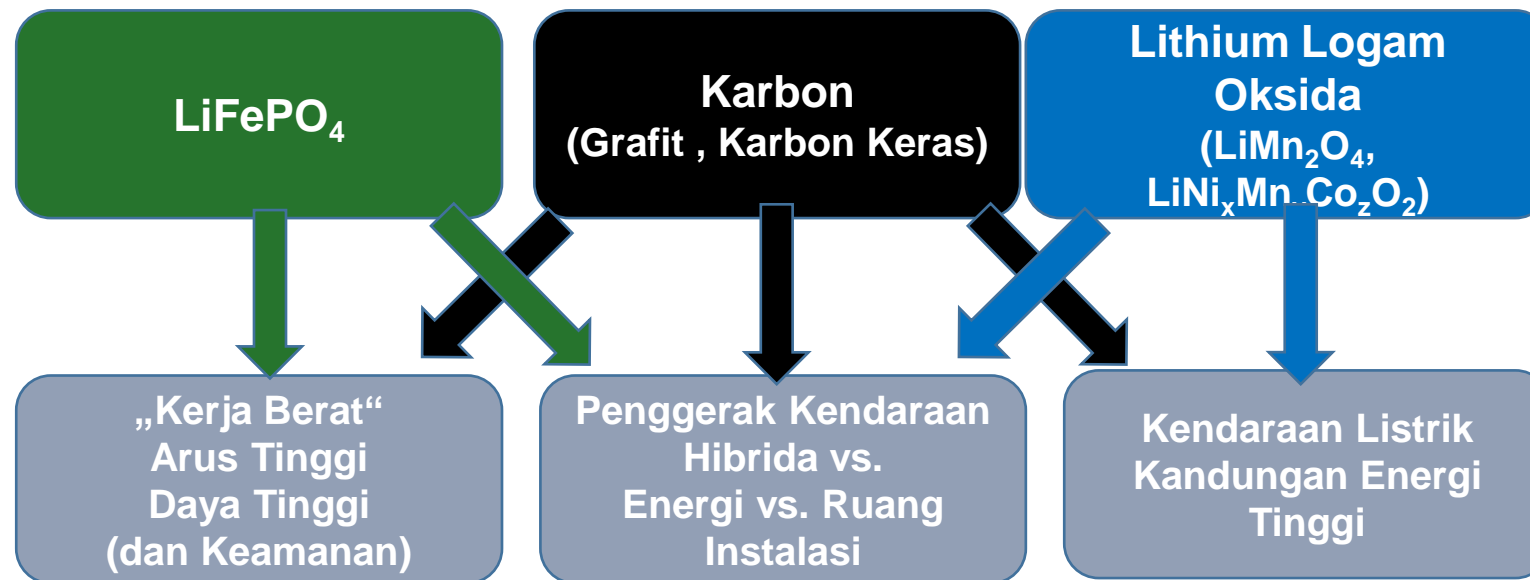
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Parameter Kunci Kinerja Baterai

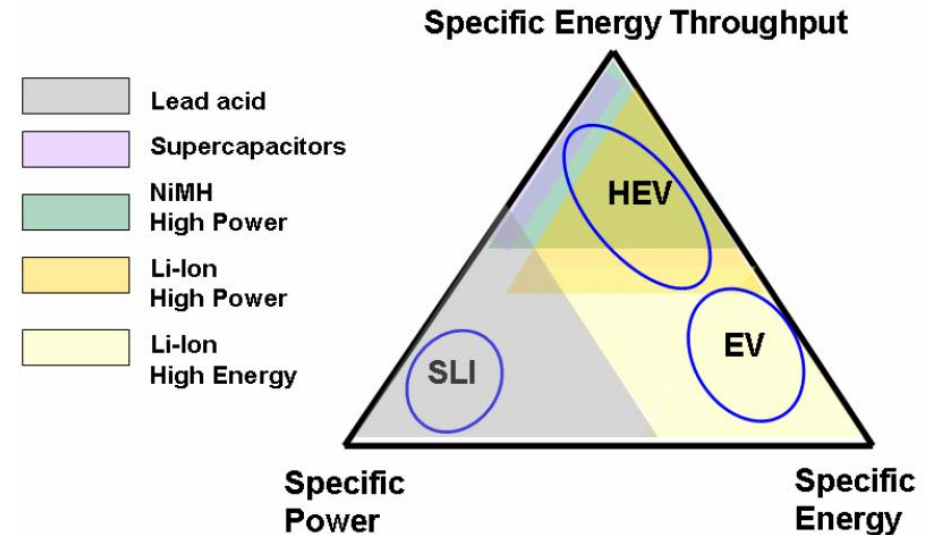
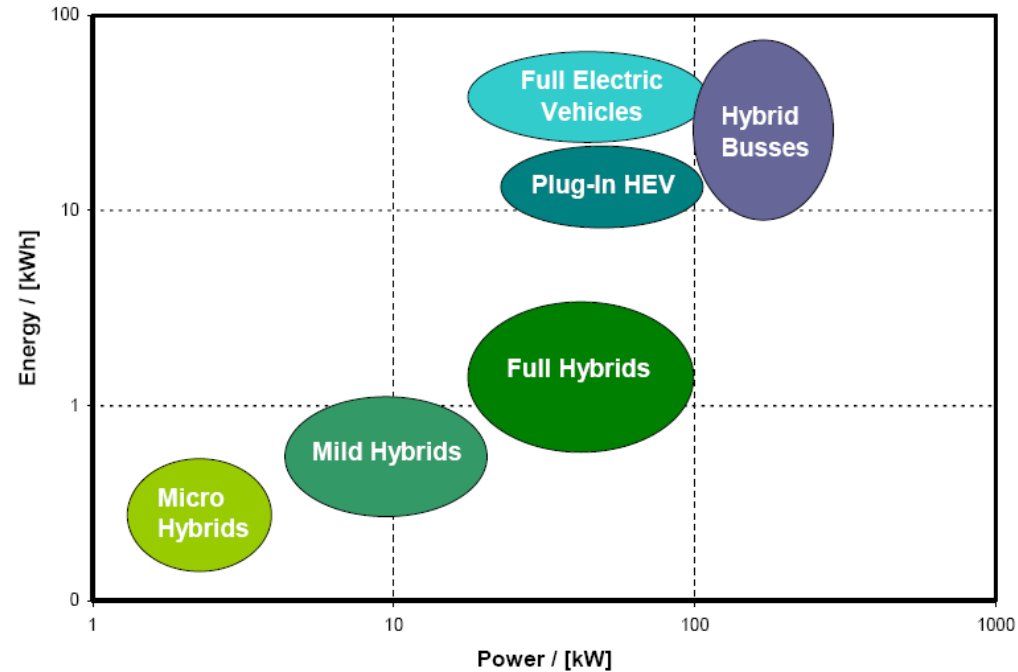


1) Batteriezelle für EV 2) Batteriepack für EV mit 80 kWh 3) Bei 15 Mio. Zellen über Lebenszyklus eines Fahrzeugs oder einer Fahrzeugfamilie (entspricht heute bei Gen 2a ~70k Fahrzeuge mit 20 kWh Energieinhalt)
 Quelle: NPE UAG 2.2 M. Weiss, A. Lamm, P. Lamp (2015)

Kimia elektroda mana untuk aplikasi mana?



Pemilihan dan Ukuran Baterai

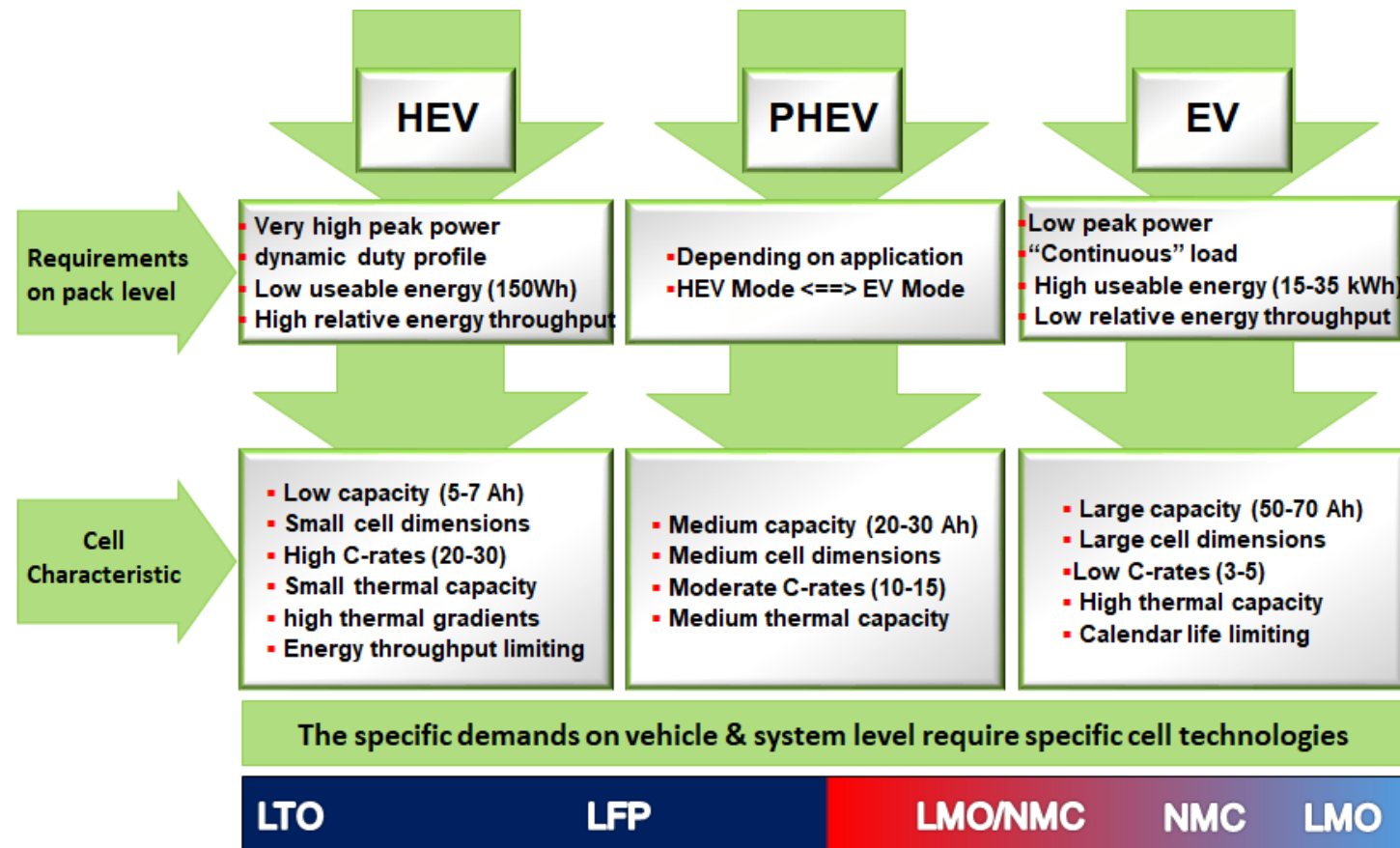


Tantangannya adalah memilih secara tepat:

- ✓ Teknologi Sell (chemistry)
- ✓ Ukuran Sell dan
- ✓ Desain Sell!



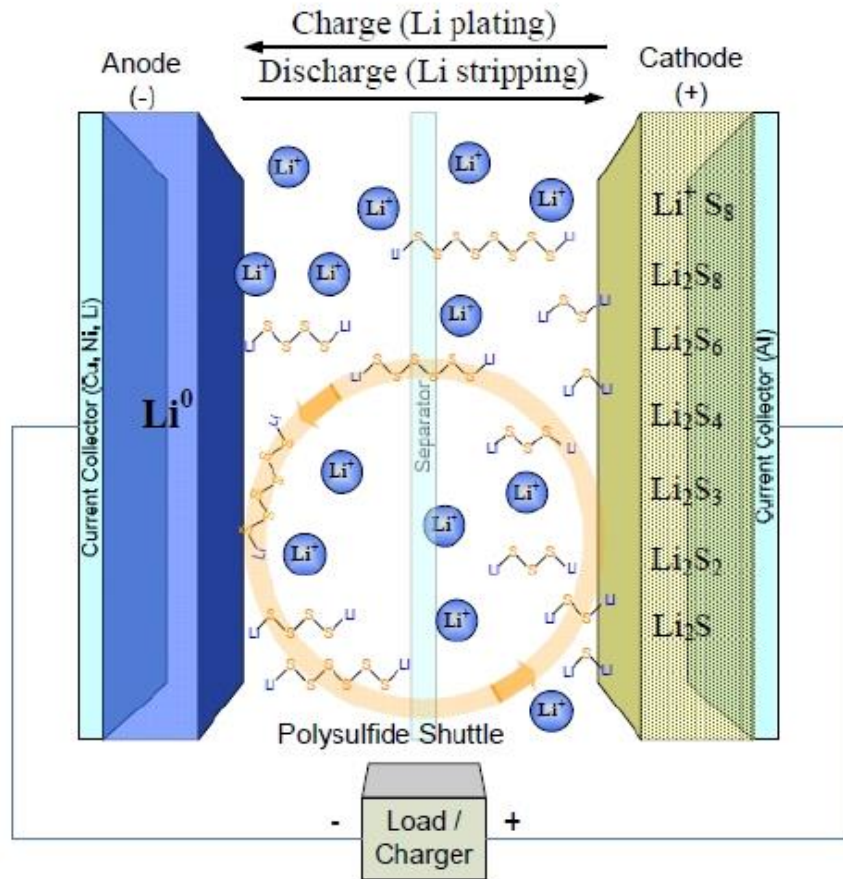
Karakteristik Sel untuk 3 Aplikasi Otomotif



Perbandingan beberapa kombinasi Baterai Lithium

Kombinasi Baterai Litium	Energi Spesifik Teoritis [Wh/kg]	Kapasitas Spesifik Teoretis [Ah/kg bahan aktif]
Li / $\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$	428	285
LiC_6 / Li_xCoO_2	570	273
Li / $\text{Li}_x\text{V}_6\text{O}_{13}$	890	412
Li / Li_xTiS_2	480	225
Li-S	2600 (bereaksi terhadap Li_2S)	1672
Li-Air	5200 (dengan massa O_2) 11140 (tanpa massa O_2)	>2500

Sell Litium-Sulfur



Kelebihan:

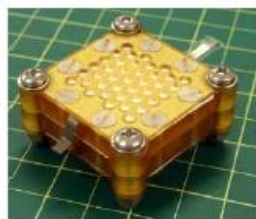
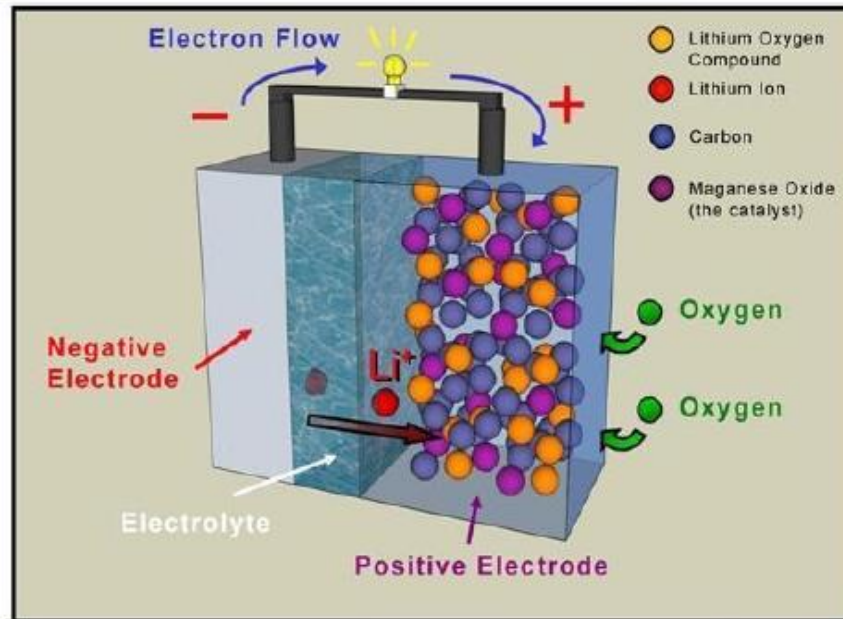
- ✓ Kapasitas spesifik teoretis tinggi (1672 Ah/kg) dan energi spesifik tinggi (2600 Wh/kg)
- ✓ Biaya material yang rendah dan ketersediaan sulfur yang tinggi
- ✓ Bahan ramah lingkungan (tidak beracun)
- ✓ Perlindungan intrinsik terhadap kelebihan beban

Status Pengembangan → Sion Power (kolaborasi dengan BASF:

- Kapasitas : 2,4 – 2,8 Ah
- Voltase: 2,1 V
- Energi Spesifik : 350 – 380 Wh/kg
- Siklus? Suhu?

Perkiraan Tanggal Peluncuran: 2020

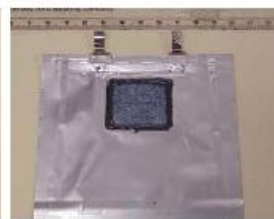
Sell Lithium-Udara



Li/air cell



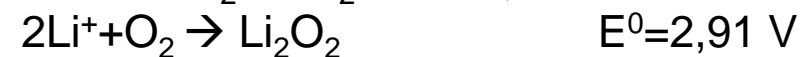
coin-type Li/air cell



Li/air pouch cell

Kelebihan:

- ✓ Energi spesifik teoretis tertinggi (11.140 Wh/kg, 5-10 kali lebih besar dari baterai Li-ion)
- ✓ Reaktan katodik dari udara → tidak perlu disimpan
- ✓ Dibandingkan dengan sistem lain: Ramah Lingkungan
- ✓ Keamanan lebih tinggi dibandingkan dengan baterai lithium-ion (hanya satu reaktan dalam sistem)
- ✓ Potensi jumlah siklus yang tinggi dan umur simpan yang lama



Perkiraan Tanggal Peluncuran: 2030

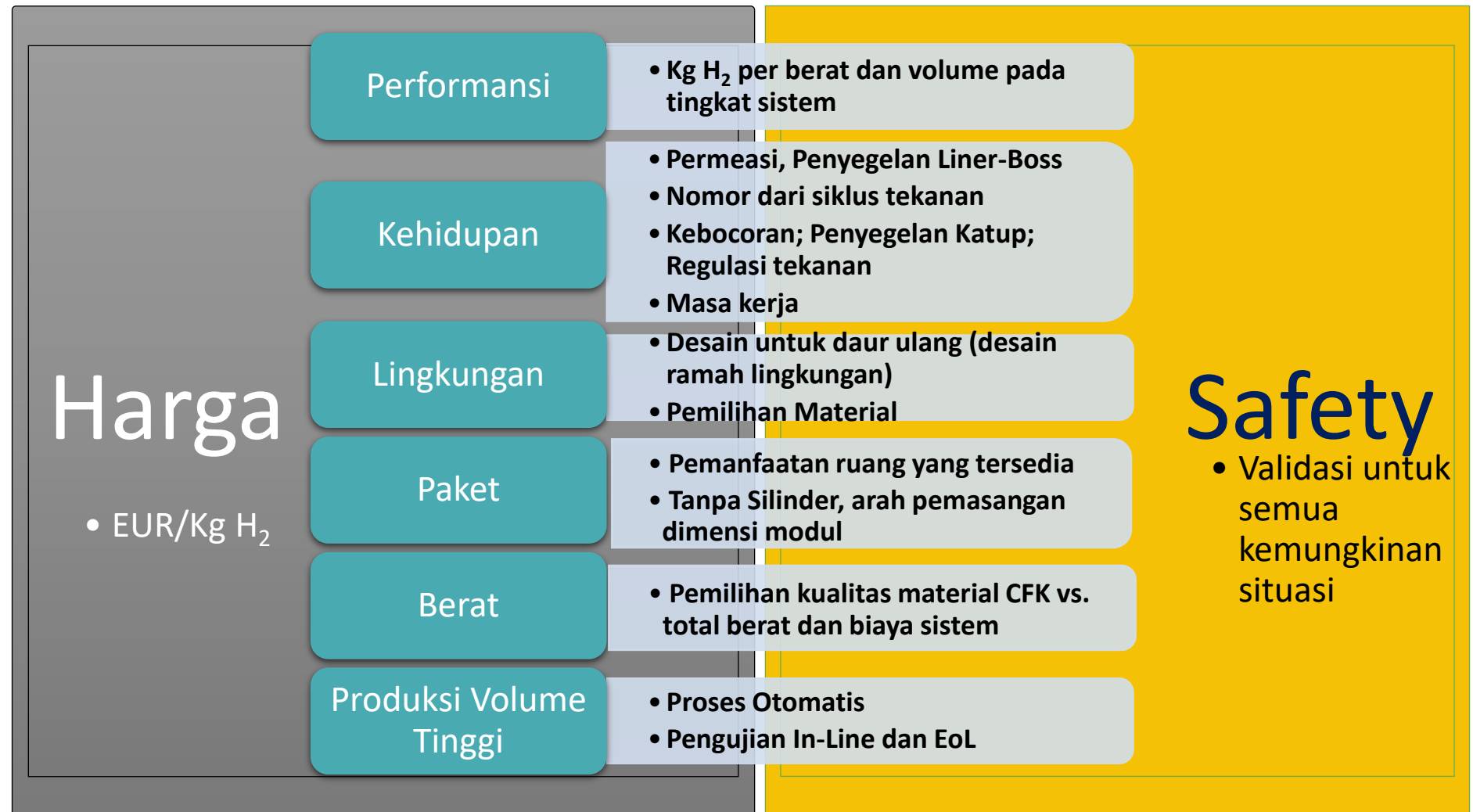
Kesimpulan Baterai Litium-Udara and Litium-Sulfur



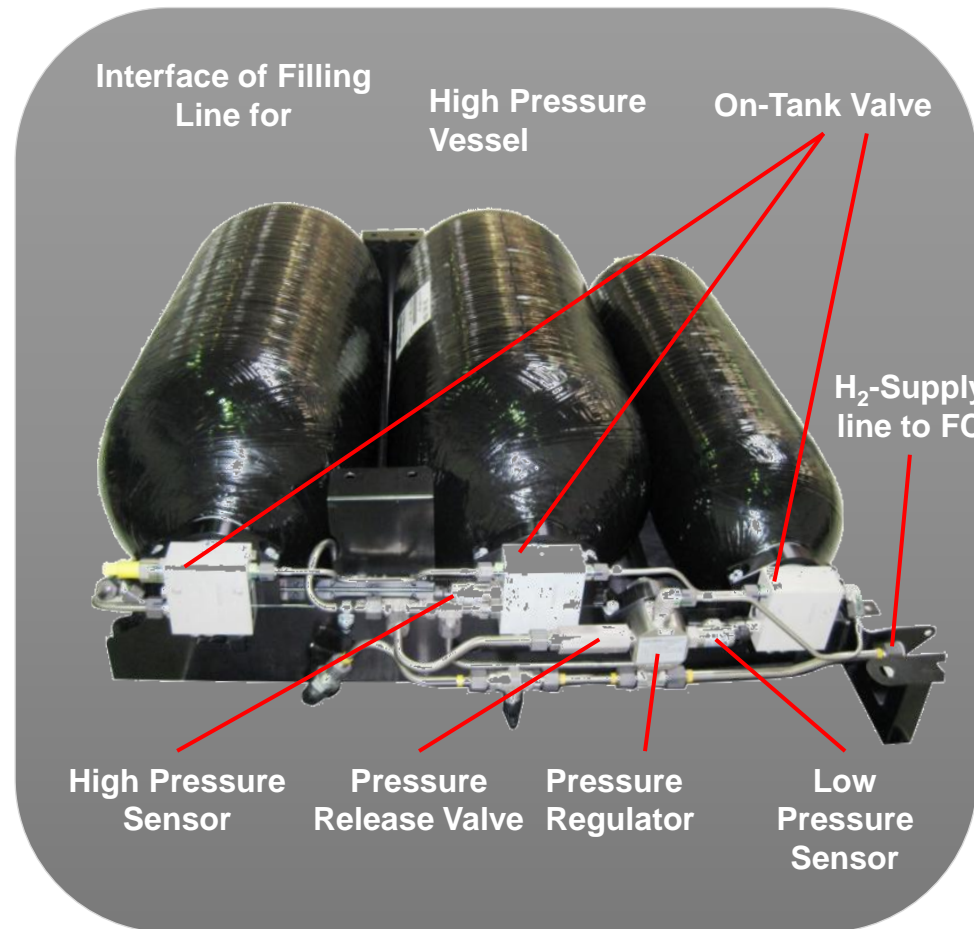
- Kedua teknologi terbatas dalam siklus hidup mereka (<100) dan merupakan kapasitas yang tidak mencukupi pada tingkat debit yang tinggi
- Saat ini ada potensi pengembangan yang tinggi di daerah-daerah ini
- Target Pengembangan : 10 – 20 years



Sistem Penyimpanan Hidrogen: Persyaratan dan Tantangan



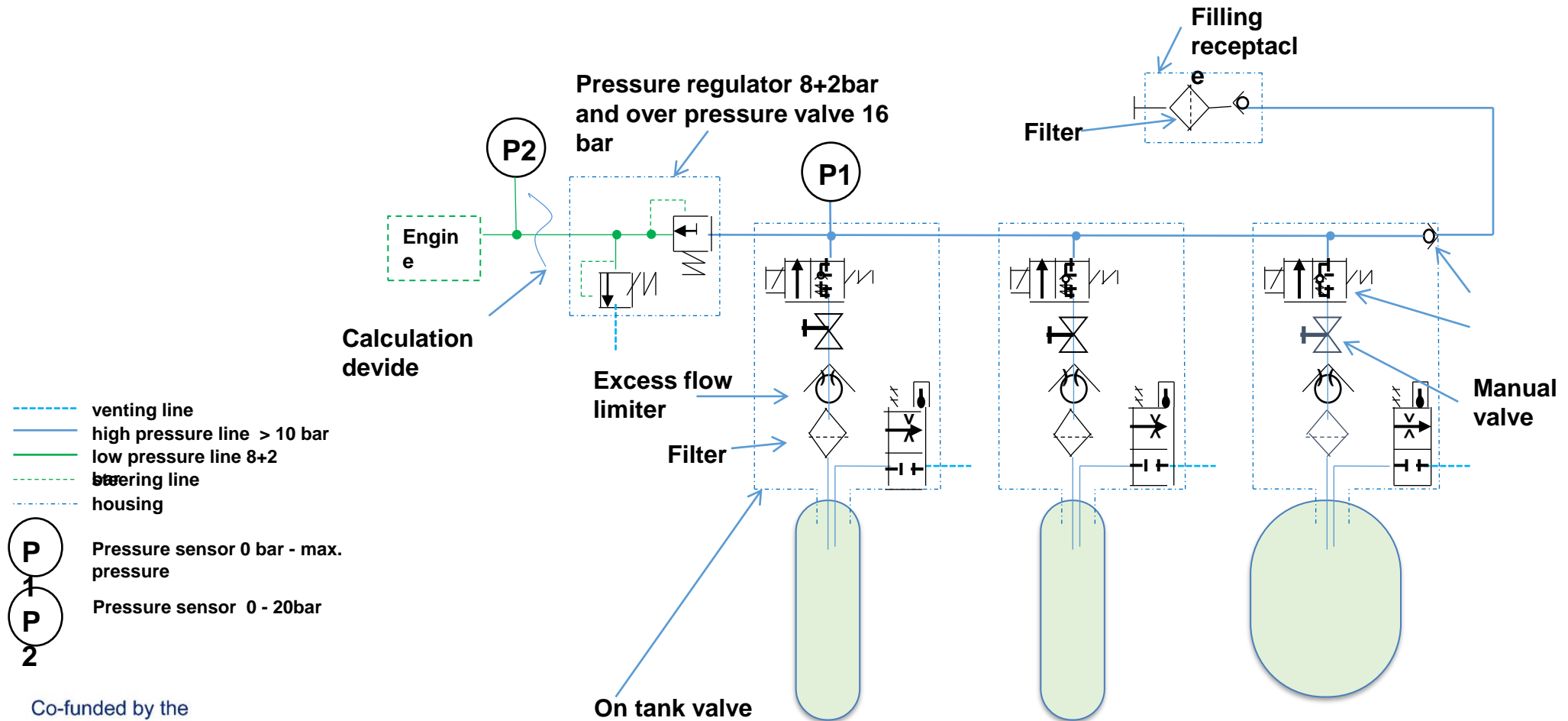
Penyimpanan Tekanan Tinggi untuk Hidrogen



- Silinder komposit terbungkus penuh dengan liner plastik (Tipe-IV) dan komponen sistem untuk penyimpanan Hidrogen terkompresi tinggi (H₂)
- Tekanan penyimpanan hingga 70 Mpa
- Liner plastik sebagai penghalang perembesan Hidrogen



Skematik Tata Letak Sistem H₂-Tank





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student's Employability and Regional Development



<https://www.facebook.com/unitederasmus/>



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

Opsi Untuk Mengurangi Mobilitas CO₂

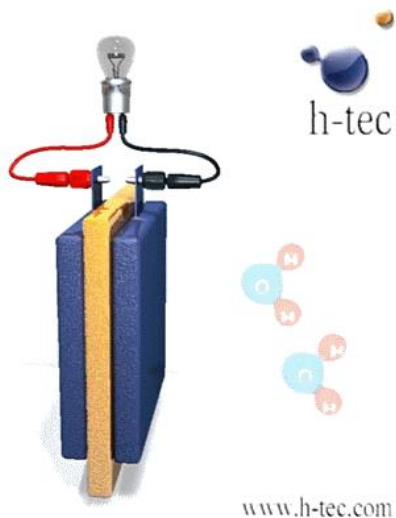
Kendaraan sel Bahan bakar



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Sel Bahan Bakar



- Sel Bahan Bakar adalah Perangkat elektrokimia yang mengubah energi dengan pasokan bahan bakar dan oksidan yang terus menerus
- Sel Bahan Bakar adalah pengubah energi langsung
- Sel memiliki efisiensi yang sangat tinggi hingga 90% (kondisi idle)
- Panas yang terbuang rendah “pembakaran dingin”
- Tanpa alat bantu (kompresor dan pompa) tidak ada bagian yang bergerak, tidak bising, tidak ada CO₂, tidak ada polusi , buangan hanya berupa air dan uap

Keseluruhan reaksi dasar (reaksi gas hidrogen, cold): $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \Rightarrow \text{H}_2\text{O}$

- **Elektrolit: basa** (NaOH, KOH), atau **asam** (H₂SO₄, H₃PO₄) atau **solid** (polymere, ceramics)
- Elektroda membutuhkan logam mulia yaitu Pt untuk mengaktifkannya

Sel Bahan Bakar– Prinsip dasar elektrokimia



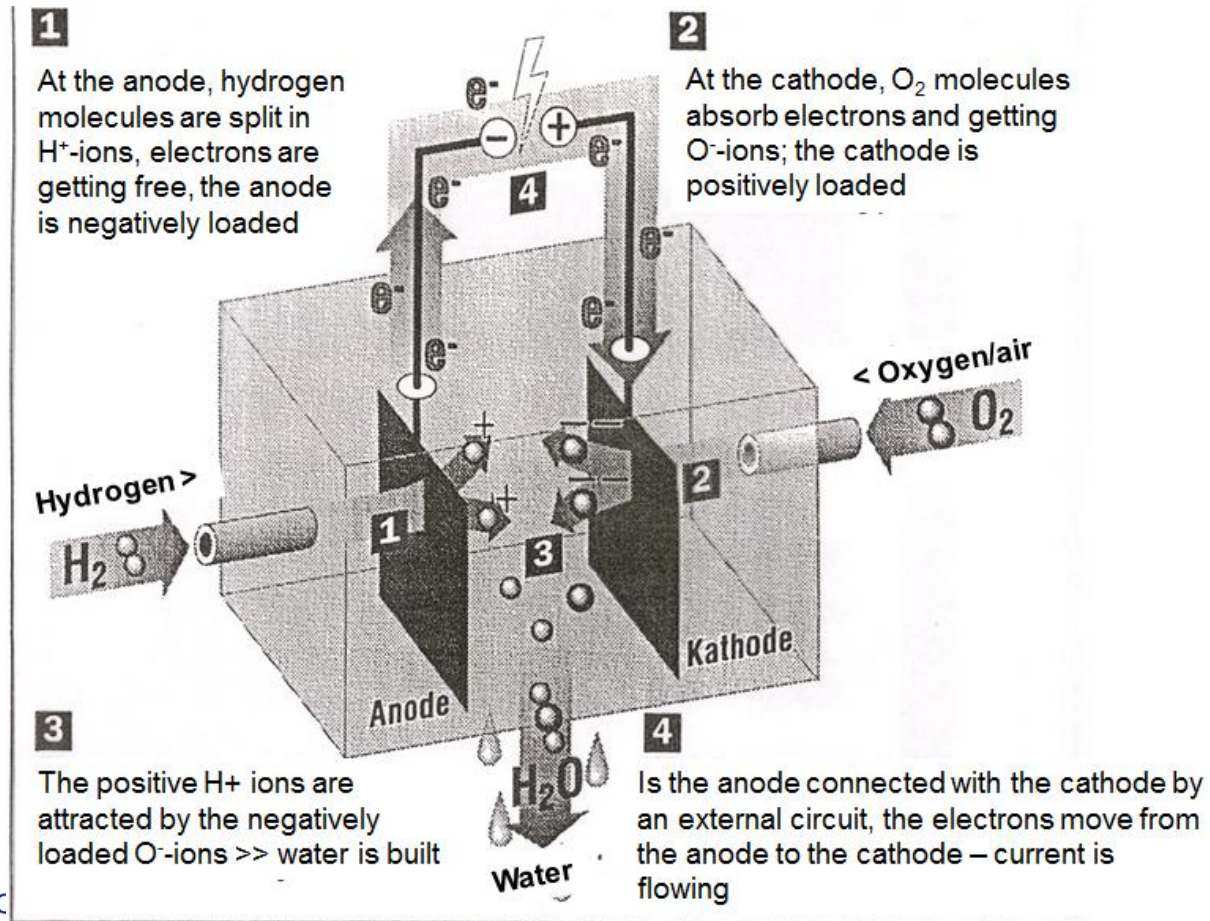
Reaksi dasar (reaksi gas hidrogen): $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \Rightarrow \text{H}_2\text{O}$

Pada elektroda (anoda, katoda) dua reaksi terjadi secara bersamaan:

- Bahan bakar H_2 masuk ke difusi gas elektroda (*porose nickel cylinder* (= anoda), diserap dan dilepaskan menghasilkan : $\text{H}_2 \gg 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
- Pada saat desorpsi setiap atom H melepaskan muatan dasar e^- ke Ni-elektroda (anoda) yang mendapatkan muatan negatif dan H dilepaskan sebagai proton H^+ ke elektrolit.
- Kedua elektroda dipisahkan oleh elektrolit yaitu polimer (PEMFC) atau aqueous potassium hydrate (KOH), yang mana tidak konduktif untuk electron tetapi dapat melepas proton H. Membran pada keduanya adalah platin katalis berbasis.
- Oksigen O_2 (udara) masuk ke elektroda yang kedua (katoda), dan diaktifkan dengan ion O_2^- , yang dimana katoda bermuatan positif : $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \gg \text{H}_2\text{O}$
- Pada katoda H^+ kation dan O_2^- anion dari air netral (H_2O).



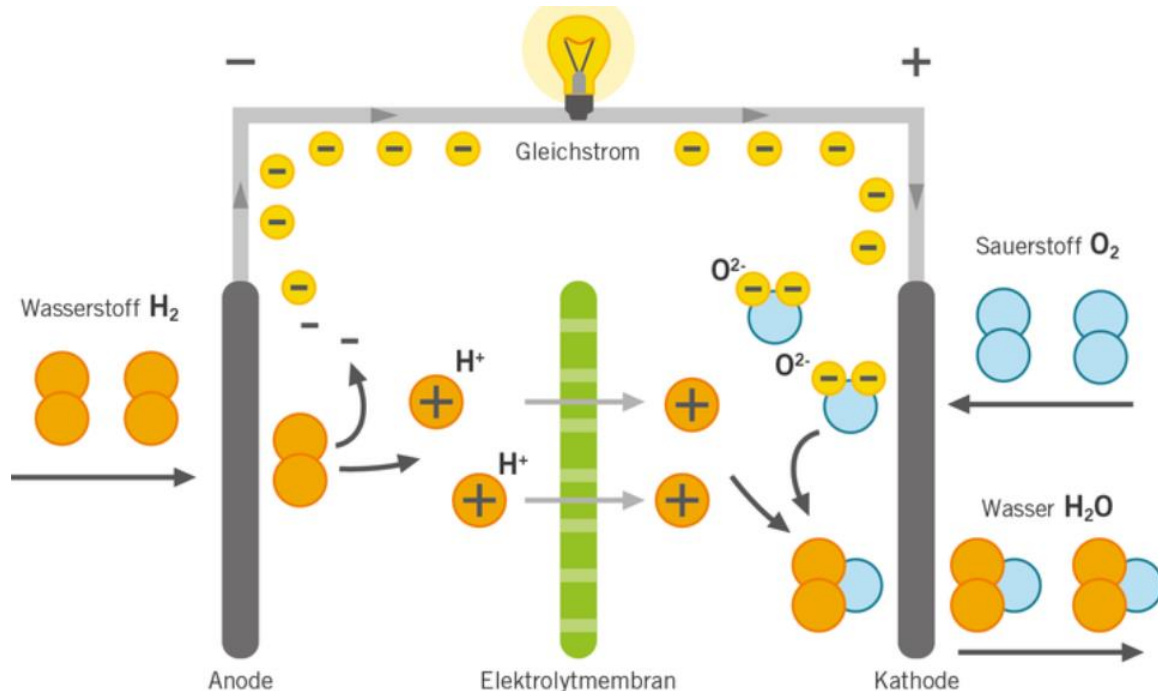
Sel Bahan Bakar – Prinsip Kerja



Prinsip dasar :

- Anoda dan katoda dipisahkan oleh elektrolit (yang juga menentukan jenis sel bahan bakar!)
- Elektrolit dapat berupa basa ($NaOH$, KOH), atau asam (H_2SO_4 , H_3PO_4) atau solid (polymer, ceramics)
- Elektrolit tidak boleh konduktif dengan elektron tetapi ion (H^+) dapat melaluinya
- Sifat ini sangat menentukan untuk sel bahan bakar, permeabilitas ion (H^+) akan sangat tinggi
- Air yang terbentuk harus dihilangkan di sisi lain reaksi membutuhkan kelembaban tertentu agar dapat bekerja dengan baik

Sel Bahan Bakar – Prinsip



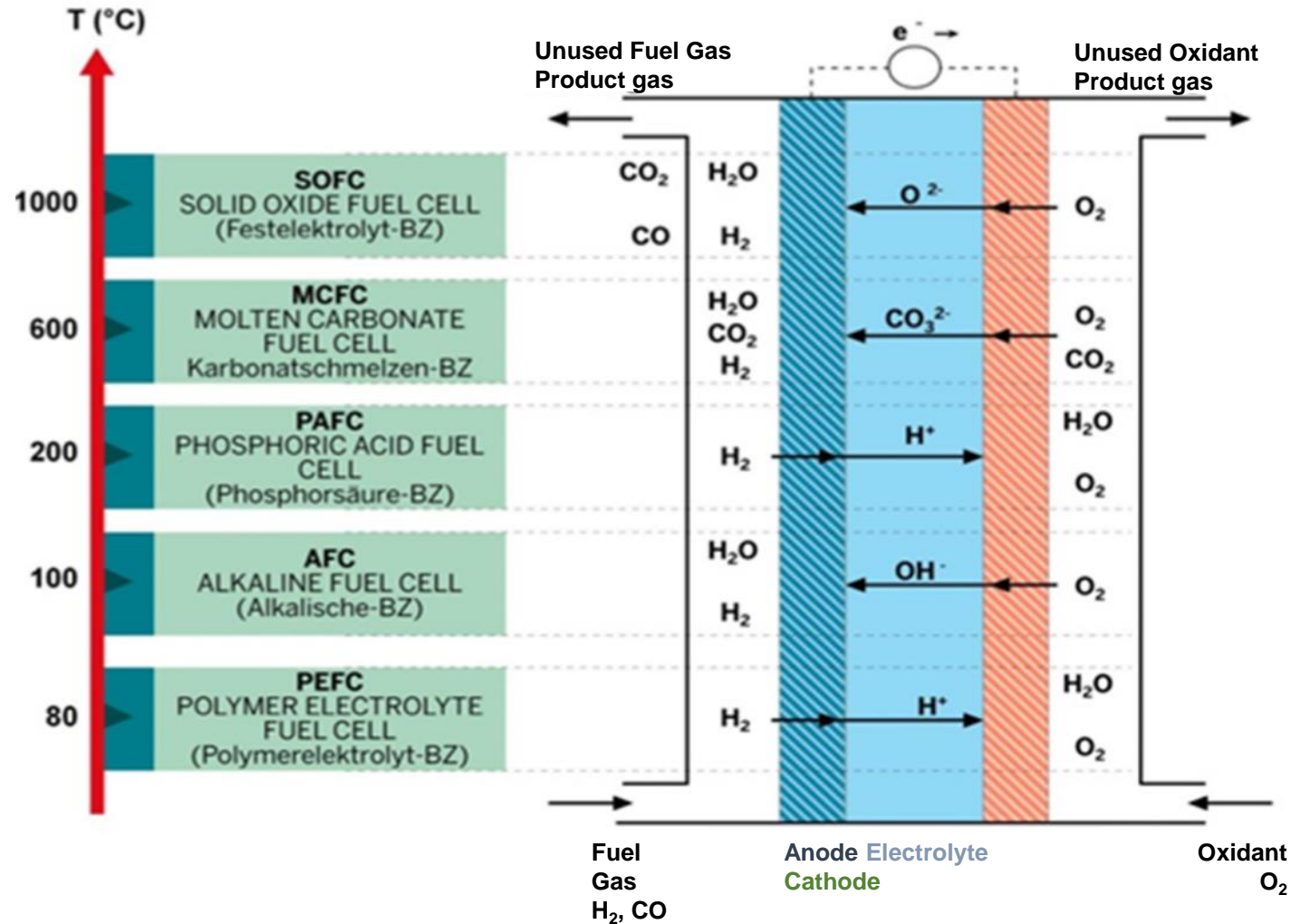
- Tegangan teoritis dari hidrogen/oksigen sel bahan bakar adalah 1,23 V pada temperatur 25°.
- Pada umumnya tegangan sel bahan bakar diantara 0.5 – 1 V yang bisa didapatkan – hanya dalam keadaan diam tegangan (OCV) lebih tinggi dari 1 V yang dihitung
- Tegangannya tergantung pada bahan bakar, kualitas bahan bakar dan temperatur.
- Untuk mendapatkan tegangan yang lebih tinggi banyak sel yang terhubung secara seri >> (~400)
- Di bawah beban proses kimia dan listrik menghasilkan penurunan tegangan
- Sel Bahan bakar memberikan kira – kira jumlah energi yang sama dalam listrik dan panas
- Dibandingkan dengan *Internal Combustion Engine*, tingkat suhu panas yang hilang relatif rendah, yang berarti delta T rendah dan pendinginan sel bahan bakar sulit terjadi, karena membutuhkan permukaan pendingin yang besar

Tipe – Tipe Sel Bahan Bakar

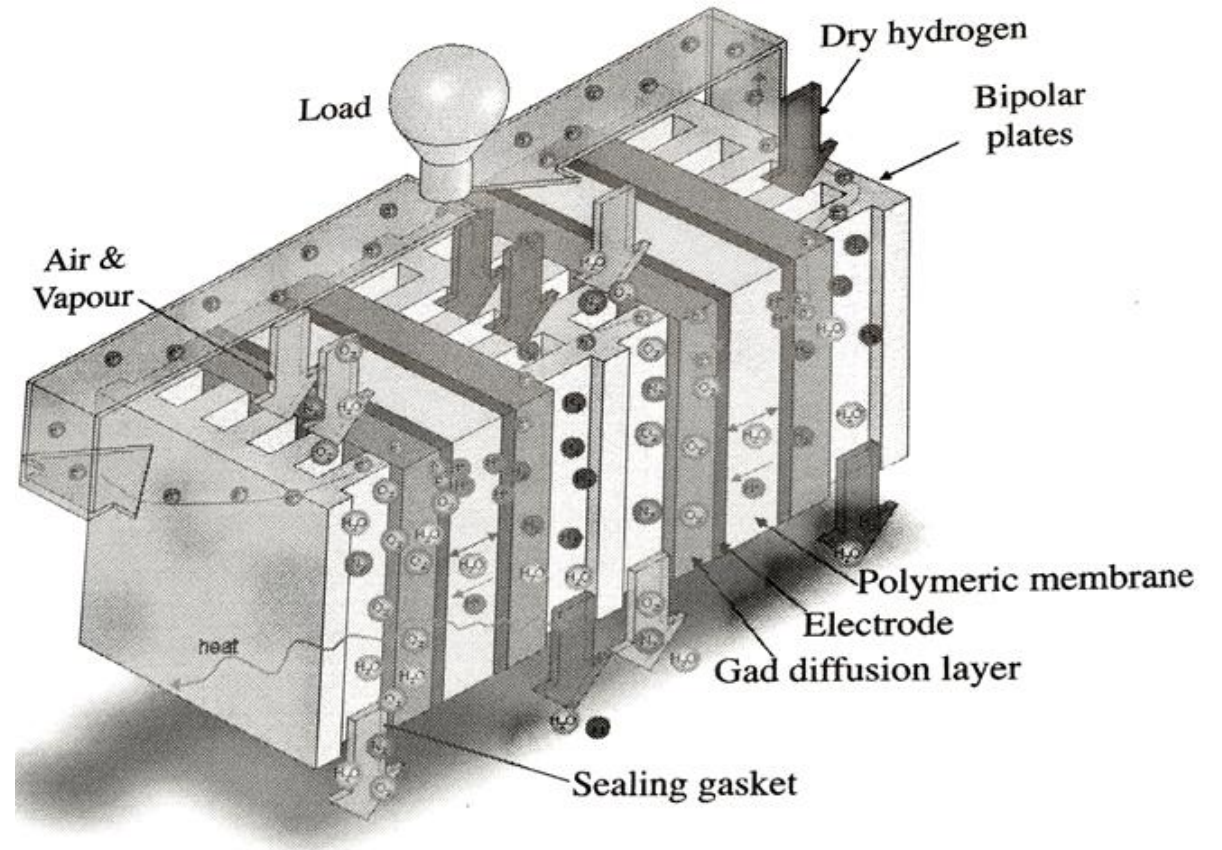
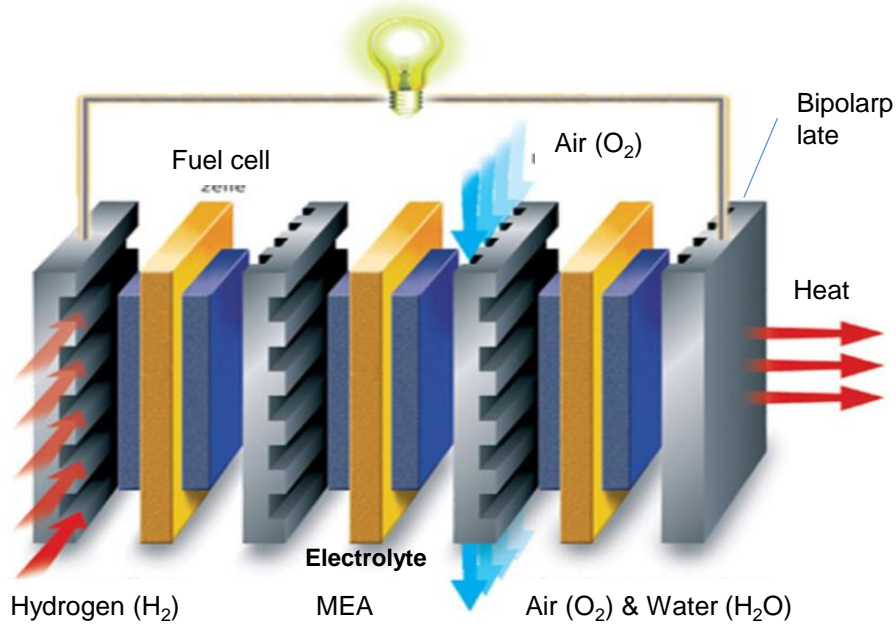


Fuel Cell Type	Operating Temperatur	Electrolyte	Ionic Conduction	Fuel gas	Oxydant	CO ₂ Tolerance	Electric Efficiency	Application	Remarks
AFC Alkaline Fuel Cell	60 - 80 °C	KOH(OH ⁻)	OH ⁻	H ₂	O ₂	< 1 ppm	Cell: 60 - 70 % Syst.: 60%	Space, Military, Vehicles	needs pure H ₂ and O ₂ corrosion!
DMFC Direct Methanol FC	~ 80 °C	Proton conduct. Membran	H ⁺	CH ₃ OH	O ₂ (Air)		Cell: 20 - 30 %	Small devices, Camping	low efficiency
PEMFC LowTemp Polymer Membran FC	60 - 120 °C	Proton conduct. Membran	H ⁺	H ₂	O ₂ (Air)	< 100 ppm	Cell: 50 - 75 % Syst.: 45 - 60%	Vehicles, Space, Stationary devices	high power density
PEMFC HighTemp Polymer Membran FC	120 - 200 °C	Proton conduct. Membran	H ⁺	H ₂	O ₂ (Air)	< 500 ppm	Cell: 50 - 75 % Syst.: 45 - 60%	Vehicles, Space, Stationary devices	high power density
PAFC Phosphoric Acid FC	160 - 200 °C	Concentrated Phosphoric Acid	H ⁺	H ₂	O ₂ (Air)	< 1 %	Cell: 55 % Syst.: 40%	smaller power stations big vehicles	corrosion problems
MCFC Molten Carbonate FC	~ 650 °C	Alkali carbonate	CO ₃ ²⁻	CH ₄ ; Coal & bio gas, H ₂	O ₂ (Air)	ok	Cell: 55 % Syst.: 50%	power stations big vehicles	Complex operating, corrosion problems
SOFC Solid Oxide FC	~ 1000 °C	doped Zirconium oxide	O ²⁻	H ₂ , CO, Hydrocarbon	O ₂ (Air)	ok	Cell: 60 - 65 % Syst.: 55 - 60 %	power stations, Auxilliary power units	

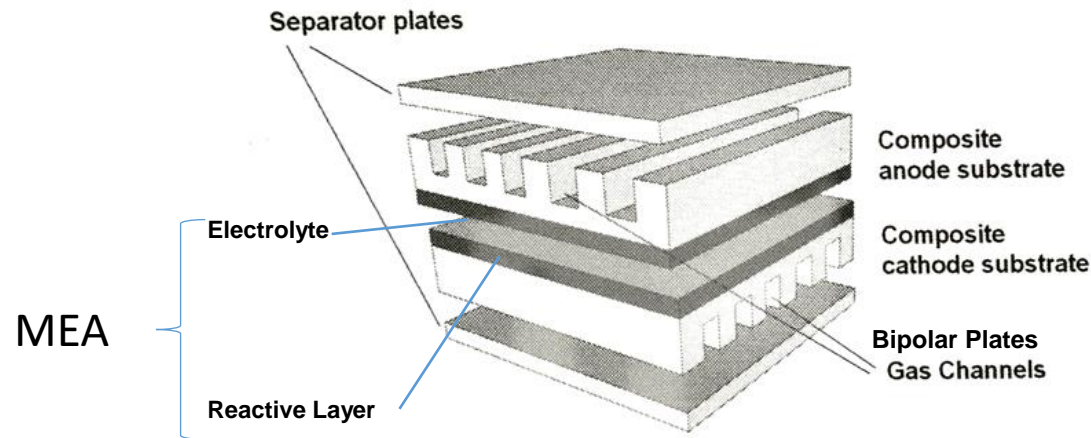
Fuel Cell types: Temperature ranges



PEM Stack Design



Desain Sel Bahan Bakar *PEM*



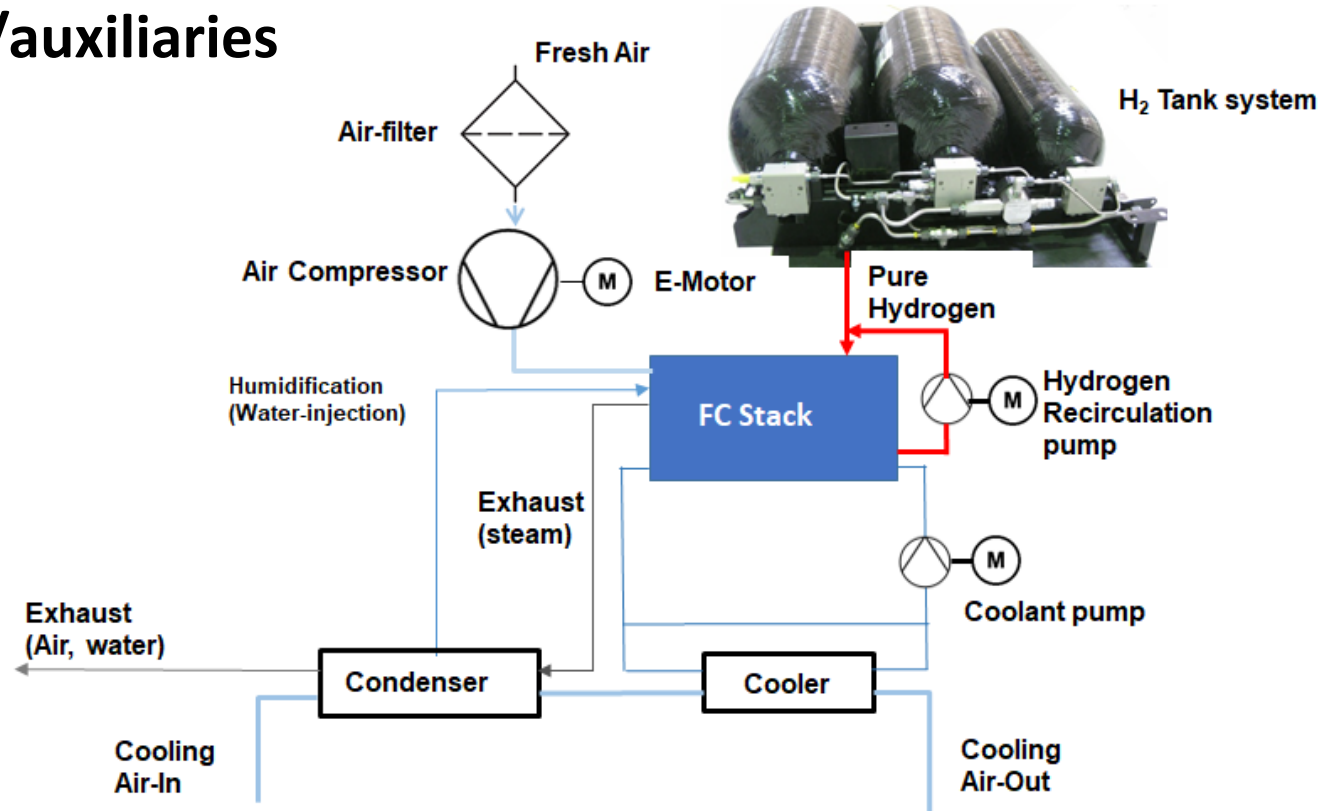
MEA (membrane electrode assembly) is an assembled stack of proton exchange membranes (PEM) used in fuel cells and electrolyzers

PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell):

- *Bipolar plate* sebagai elektroda dengan saluran gas giling (aliran gas dioptimalkan CFD), terbuat dari logam atau sintetis konduktif yang akhirnya “diperkuat” atau dibuat konduktif dengan pipa nano karbon
- porous carbon-papers (high surfaces – 1g carbon 200m²)
- Lapisan reaktif, banyak kasus pada membrane ionomer; kemudian empat fase berada dalam kontak berpori: katalisator (Pt), konduktor electron (*Soot* atau *carbon-nano materials*), konduktor proton (Ionomer)
- *Proton conductive Ionomer membrane:* kedap gas dan tidak konduktif untuk elektron

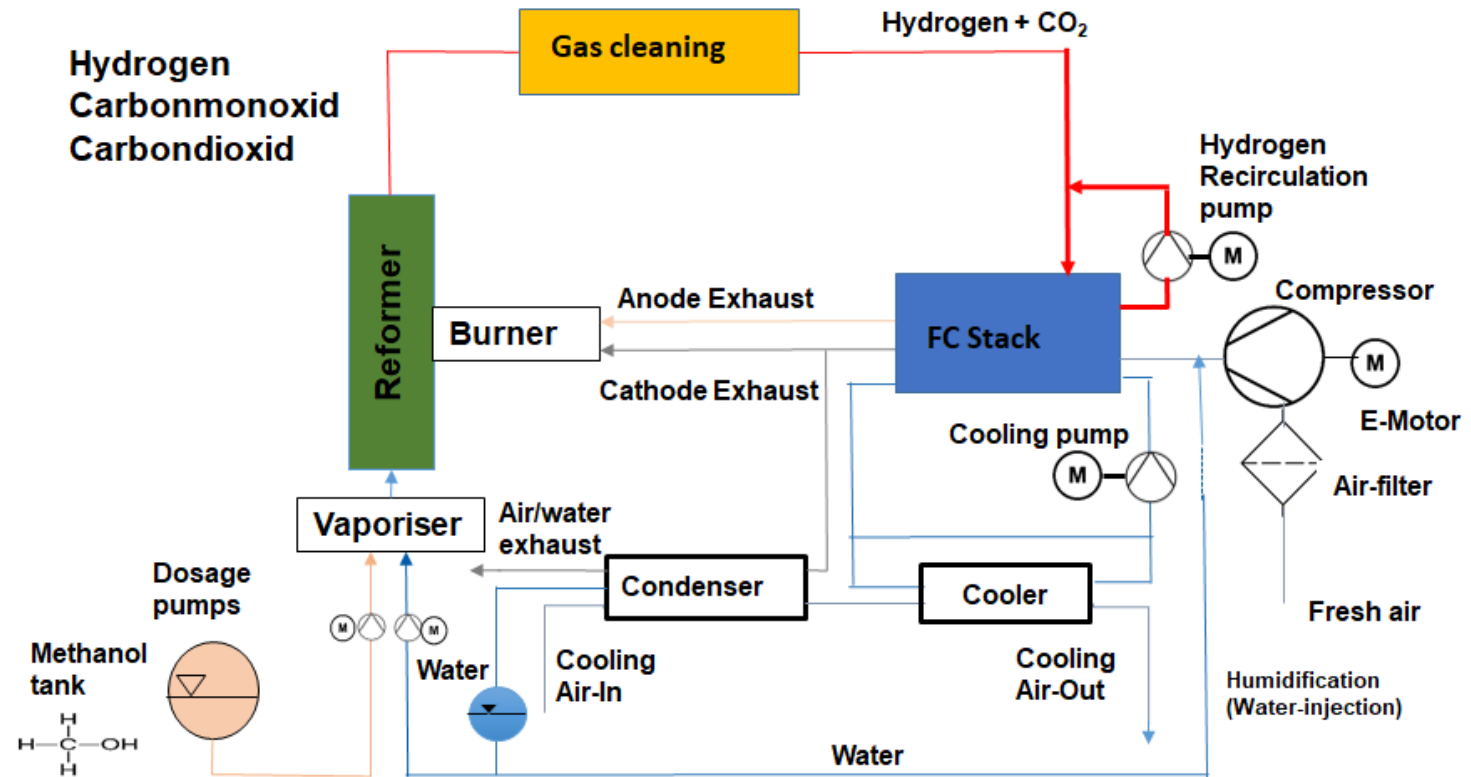
Sel Bahan Bakar – Sistem – H₂ / Udara

Komponen utama/auxiliaries



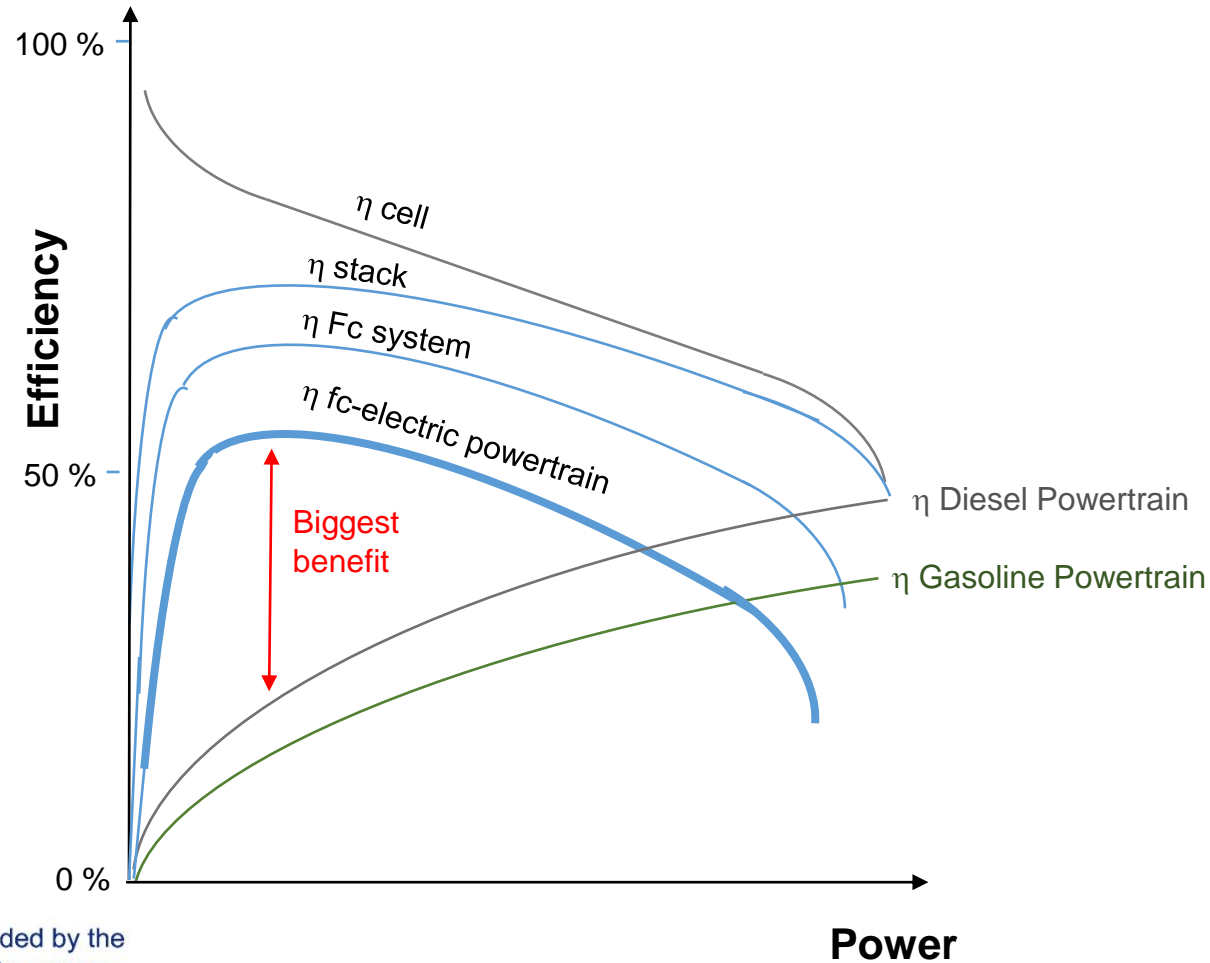
Auxiliaries: air filter, compressor, hydrogen recirculation system, cooling pump, condenser, cooler, humidifier

Sistem Sel Bahan Bakar– *Methanol / Udara*



Auxiliaries: methanol tank, dosage pumps, vaporizer, reformer, CO cleaner, air filter, compressor, cooling pump, compensators, cooler, humidifier

FC Cell / Stack / System Efficiency



- Dibandingkan dengan mesin diesel atau bensin, efisiensi yang lebih baik pada saat kondisi beban Sebagian (hingga 60%) = (mengemudi di kota)
- Untuk permintaan daya yang lebih besar, gunakan beberapa stack



Key development issues / open questions



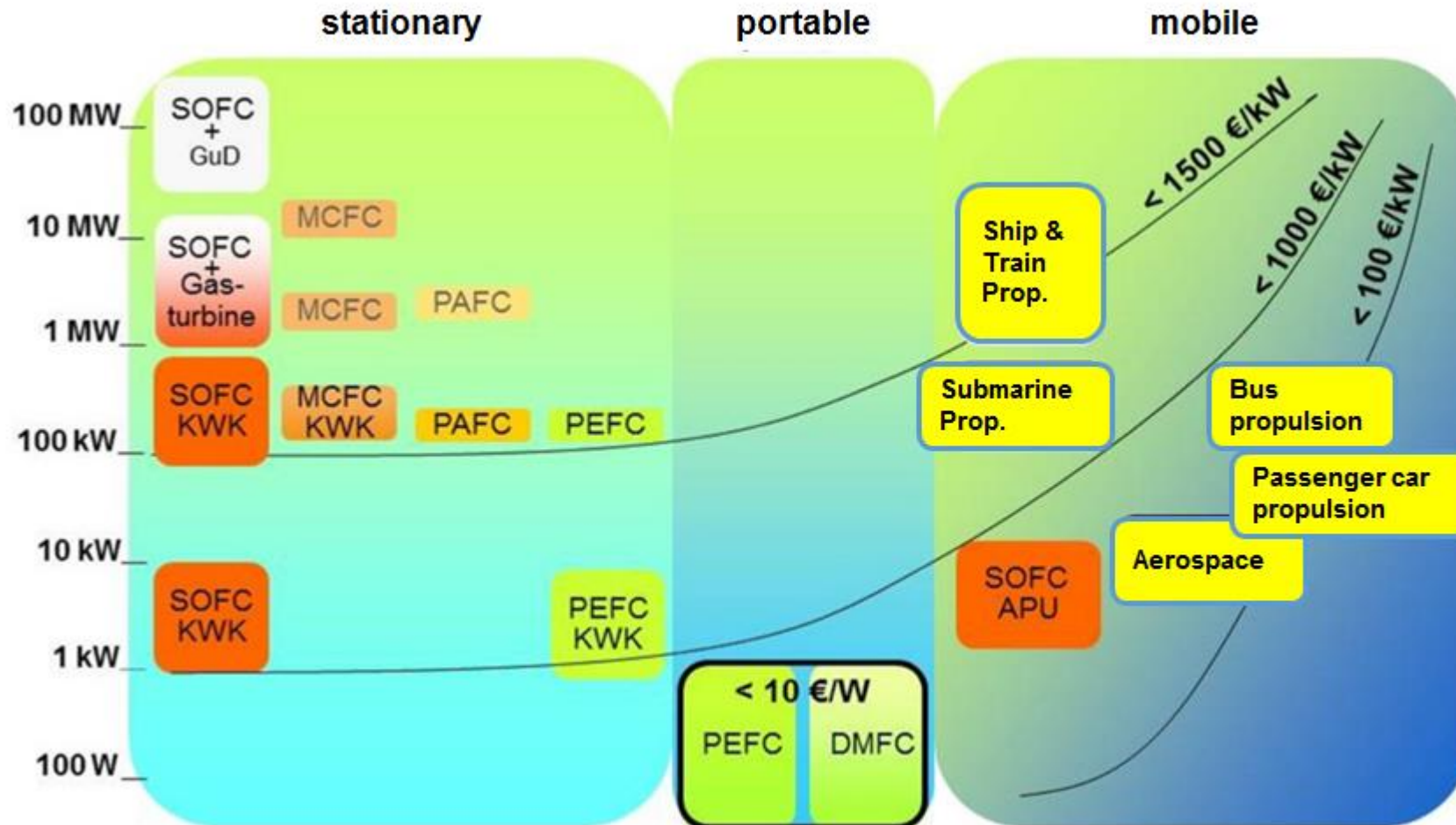
- **Costs:** Pengurangan kandungan Pt sedang berlangsung (target : tidak lebih dari standar *Ice Catalyst*); mencoba membuat PEM “bebas Pt” dengan menngganti bahan dengan menggunakan nikel
- *Electrolyte membrane* di tangan beberapa perusahaan (3M) > biaya tinggi

Efficient Auxiliaries:

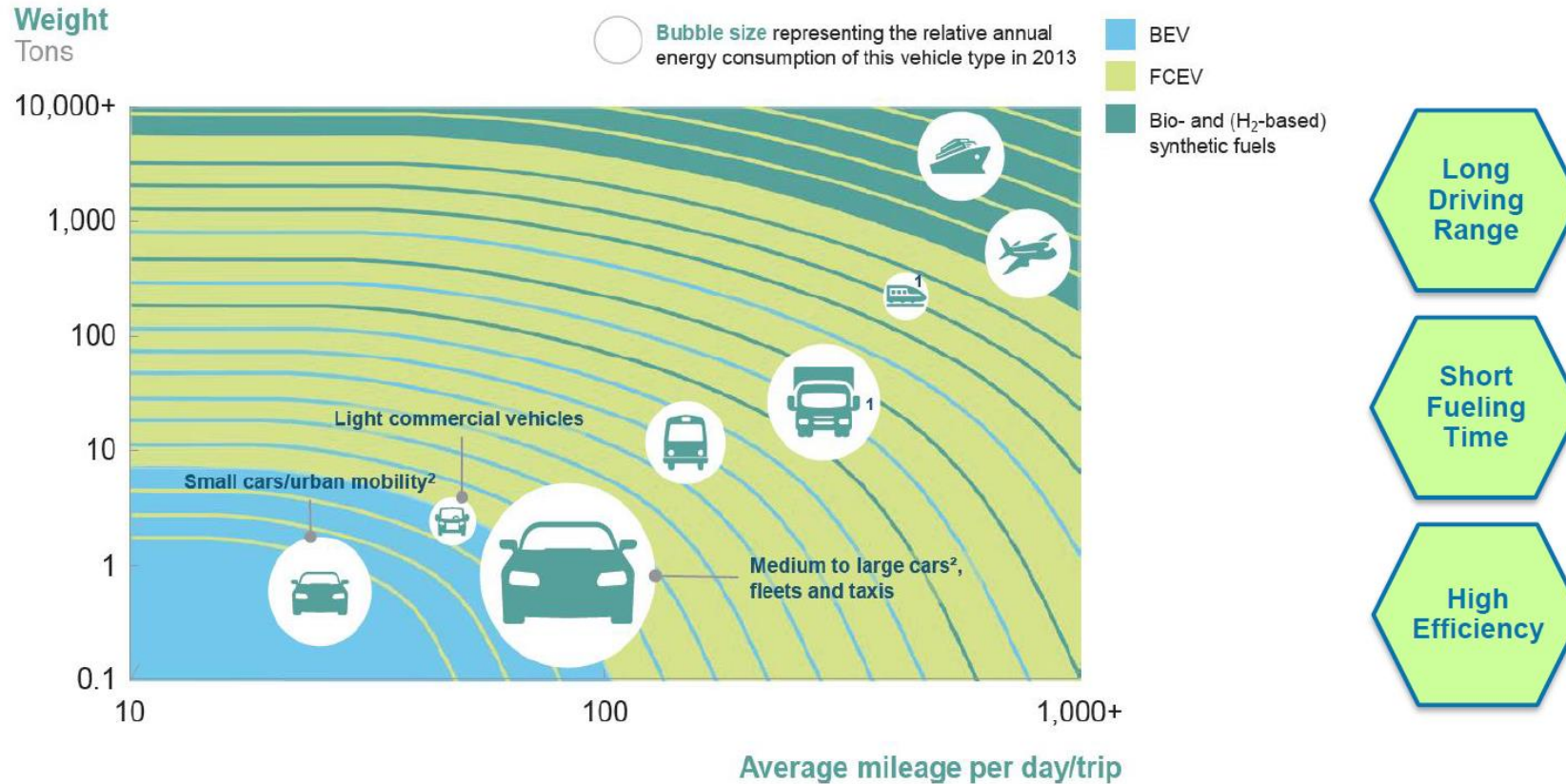
- Sensitivitas tinggi terhadap debu (diperlukan filter udara yang sangat tinggi) dan hydrogen yang tidak murni perlu dihindari
- Kompresor bebas oli yang sesuai dengan efisiensi yang tertinggi (*biggest parasitic loss*), kebisingan kompresor (enkapsulasi)! Tipe baru ?
- Pompa resirkulasi yang efisien (diganti dengan ejektor/nozzle venturi) dan pompa pendingin
- Kebutuhan pelembab ? (life time issue), Perilaku dinamis (?)
- Pendinginan PEM suhu rendah (80 - 100°C); DT small terhadap ambient > permukaan besar pada pendingin; ketersediaan ruang didalam mobil ?; hal ini dapat membatasi kemungkinan daya puncak kendaraan!
- Memperbaiki pengelolaan air (air yang keluar !); membersihkan !; diperlukan untuk *cold start*
- Desain kondensor untuk menghindari pembekuan
- **Efisiensi sepanjang masa pakai (hindari degradasi katalis)**
- **Masa pakai/ degradasi katalis (hingga 20%, dapat diterima)**
- **Pertanyaan terkait bahan bakar hidrogen** : produksi, transportasi, stasiun bahan bakar (pembangunan infrastruktur)



Aplikasi berdasarkan rentang daya



Aplikasi – Peran dalam mobilitas



Source: Hydrogen Council 2017



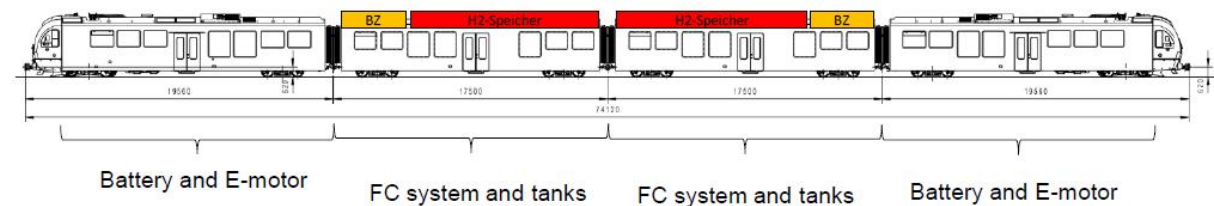
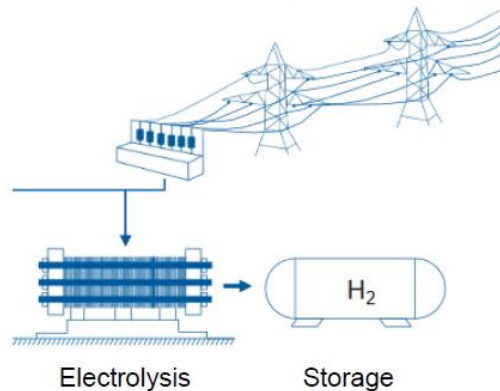
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Aplikasi lain dari sel bahan bakar - *Rail*

First narrow-gauge railway in the world powered by „green“ hydrogen

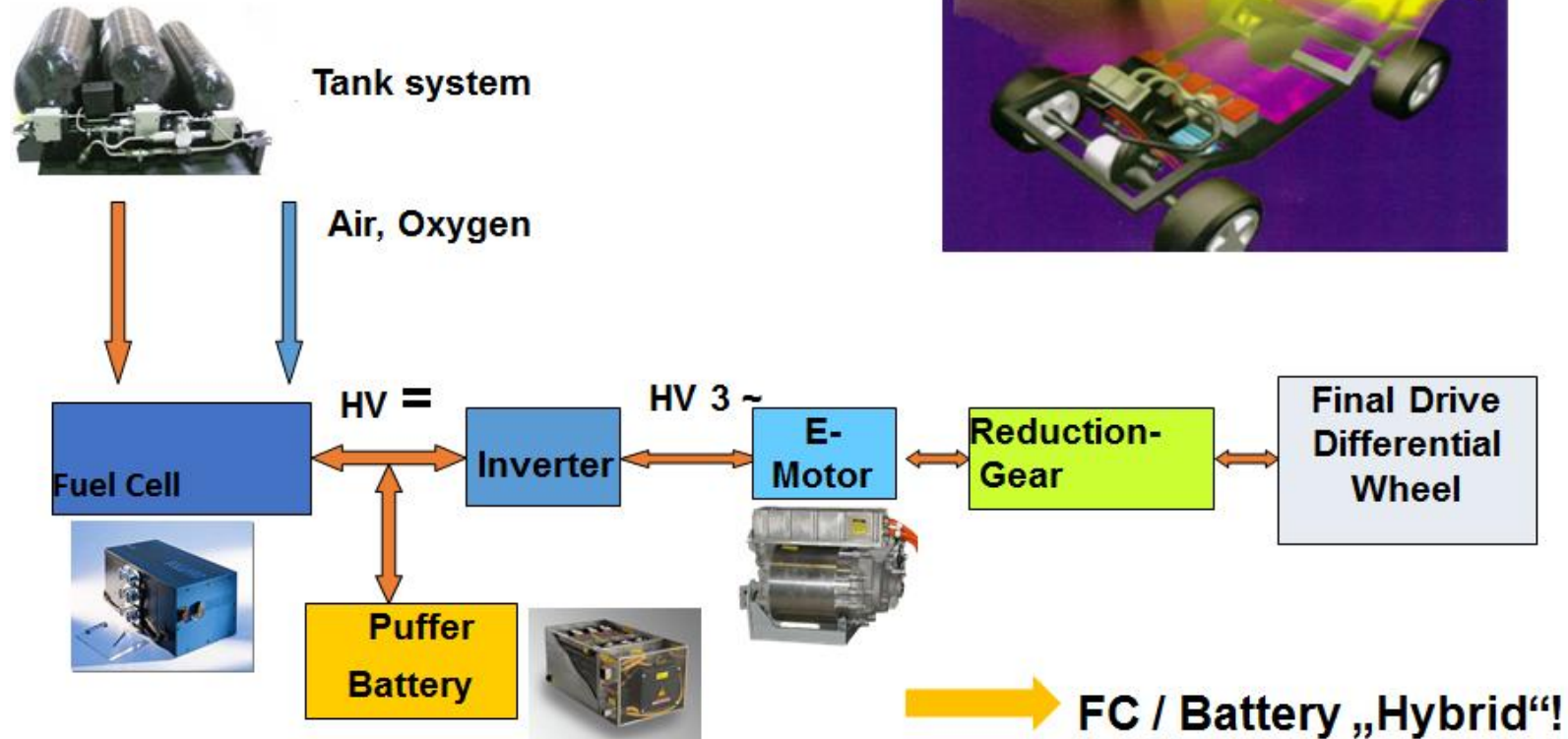


Mayrhofen



Mesin Sel Bahan Bakar

Principal Layout / Components:



Overview current Fuel Cell Vehicles



- Typical today's Fuel Cell Vehicle Specs:

- PEM Fuel cell
- Appr. 5 kg H₂ in gas tanks @700 resp. @350bar
- SUV, mid & compact class configured as FC – Battery Hybrid, no transmission
- „all performance vehicle“: Range >500km, typ. power 100kW full transport capability

- Almost all OEMs are developing FCVs!

Comittment for development and market introduction of FCVs in 2015 - 2017 by:

Daimler AG, Ford Motor Company, General Motors Corporation/Opel, Honda Motor Co., Ltd., Hyundai Motor Company, Kia Motors Corporation, die Allianz Renault SA und Nissan Motor Co., Ltd. und Toyota Motor Corporation



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

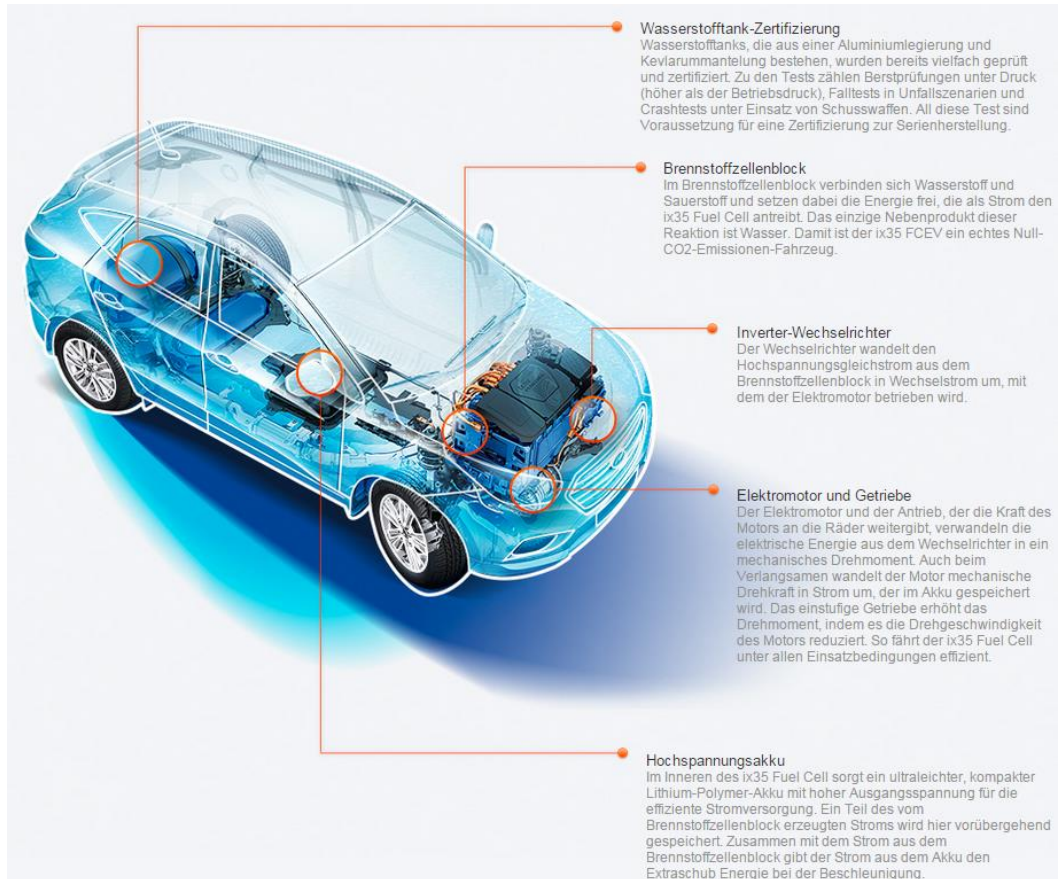
Hyundai ix35 Fuel Cell



First series production hydrogen fuel cell vehicle



Hyundai ix35 Fuel Cell



Fuel cell	Max. Power (kW)	100
Battery	Lithium-Polymer-Akku (kW)	24
Asynchronous motor (front motor)	Max. Leistung (PS)	136
	Max. Torque (Nm)	300
	Max. Power (kW)	100
	Max. Speed (km/h)	160
	Acceleration (0–100 km/h in sec.)	12,5
Drive train	Transmission type	reduction transmission
	Fuel	Hydrogen
Fuel consumption	Fuel Consumption (City traffic, in kg per 100km)	0,8896
	Fuel consumption (extra urban/highway, in kg per 100km)	0,9868
	Fuel Consumpt. total (in kg per 100 km)	0,9512
	CO ₂ -Emission (total, in g per km)	no, only water steam
	Volume hydrogen tank total (l)	144



Hyundai NEXO – the successor of iX35



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Hyundai NEXO - the successor of iX35



Mit dem Hyundai NEXO schon heute in die Zukunft.

Enorme Reichweite, unvergleichliche Dynamik, zukunftsweisendes Design: Der neue Hyundai NEXO ist das Ergebnis unserer 20-jährigen Pionierarbeit auf dem Gebiet der Wasserstoff-Antriebe – das perfekte Null-Emissions-Auto für jeden Tag! Der hocheffiziente Antrieb des Hyundai NEXO verbindet CO₂-freie Wasserstoff-Technologie mit der Robustheit und der Dynamik eines SUV. So meistert er Einkauf, Dienstfahrt oder Wochenendreise gleichermaßen souverän.



Maximale Leistung
120 kW



Reichweite bis zu
756 km



Maximales Drehmoment
395 Nm



Tankzeit (Schnell)
<5 Min.



Beschleunigung (0-100 km/h)
9,5 Sek.



Höchstgeschwindigkeit
179 km/h



Volldigitales Display.
Das Armaturenbrett beherbergt ein 12,3 Zoll großes Navigations-Display und eine weitere 7-Zoll-Instrumentenanzeige.



4.670 mm



1.860 mm



1.630 mm

Kraftstoffverbrauch (Wasserstoff) Hyundai NEXO 120 kW (163 PS) innerorts: 0,77 kg H₂/100 km; außerorts: 0,87 kg H₂/100 km; kombiniert: 0,84 kg H₂/100 km. CO₂-Emission kombiniert: 0 g/100 km; CO₂-Effizienzklasse: A+. Die angegebenen Verbrauchs- und CO₂-Emissionswerte wurden nach dem vorgeschriebenen WLTP-Messverfahren ermittelt und in NEFZ-Werte umgerechnet.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Hyundai NEXO - Integrasi sistem tangki



Plastik „exhaust pipe“

Pressure regulator



Hyundai NEXO - engine compartment & battery



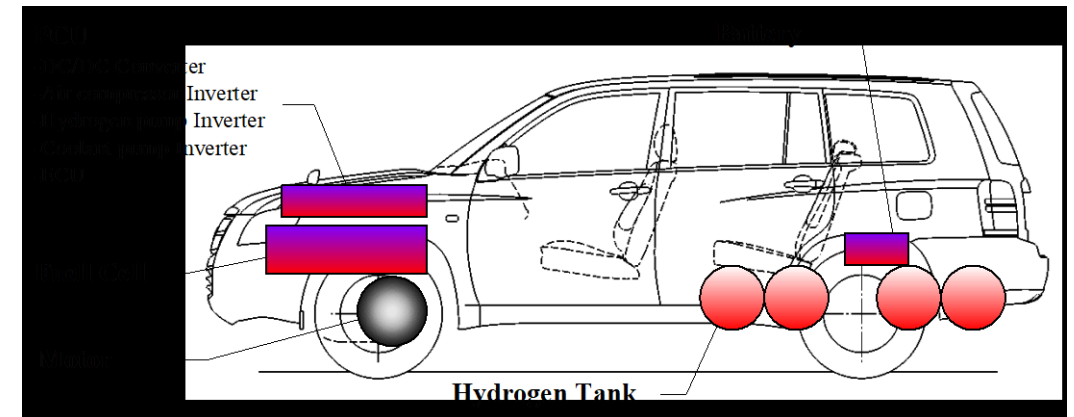
Toyota FCHV - Integrasi kendaraan



FCHV-4 (model lama)

- Bahan bakar hidrogen
- 90kW PEM FC stack dengan *power density* tinggi ($>1.2\text{kW/kg}$)
- 80kW e-motor
- Tangki hydrogen bertekanan tinggi
- NiMH battery (=Prius)

FCHV-5 : pembaharuan bahan bakar hidrokarbon bersih CHF



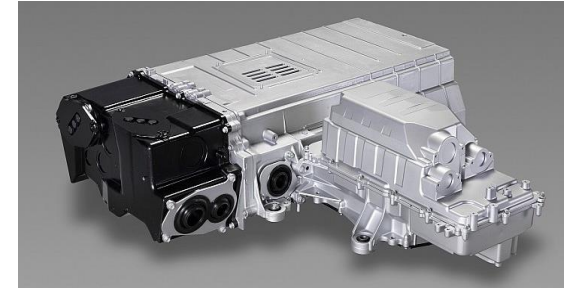
Toyota Mirai 2015



Spesifikasi Toyota Mirai



- $P = 100 \text{ kW}$; 65% eff.; 3kW/Lit
- Jarak tempuh: 500 to 700 km (Jp08)
- *Cold start*: -30°C
- Harga : $\leq 80.000\text{-}\text{€}$
- Biaya sel bahan bakar diturunkan hingga 20% dibandingkan dengan FCHV-adv (2008)



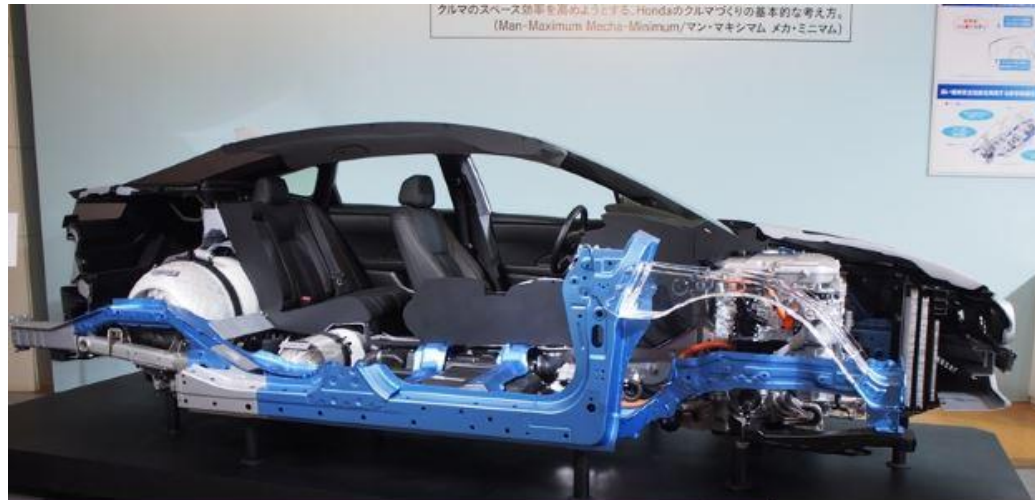
Honda FCX - Clarity



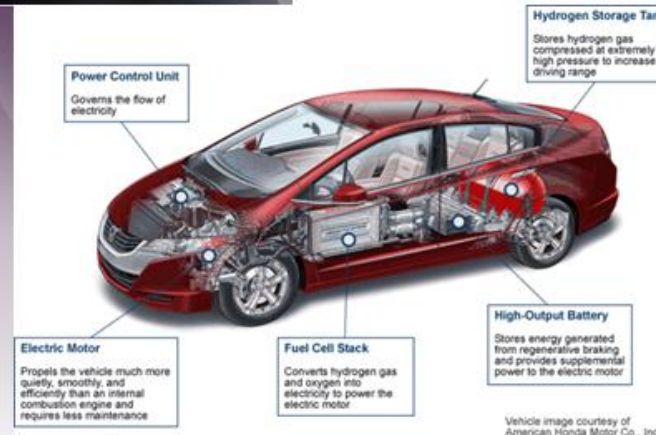
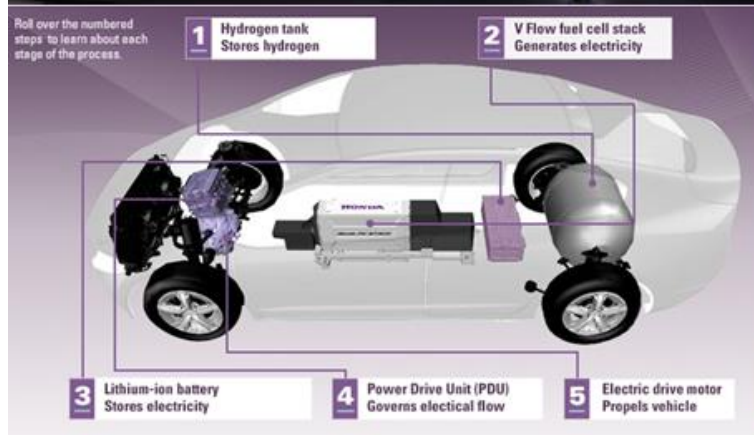
- 100 kW Honda Vertical Flow (V Flow) Sel bahan bakar hidrogen
- Motor listrik pada 100 kW dan 256 Nm dari 0 ke 3056 rpm
- Tangki hydrogen (4.1 kg @ 350 bar)
- 60 miles per kilogram of hydrogen
- Jarak tempuh 372 (589) km
- Pengisian bahan bakar 5 min

Vehicle	Model year	Combined fuel economy	City fuel economy	Highway fuel economy	Range
Honda FCX Clarity	2014	59 mpg-e	58 mpg-e	60 mpg-e	231 mi (372 km)
Honda Clarity Fuel Cell	2017	67 mpg-e	68 mpg-e	66 mpg-e	366 mi (589 km)

Honda FCX - Clarity FC&Tank Appl.



- 100 kW e-motor di bagian depan
- hydrogen fuel cell in tunnel
- Tangki hydrogen yang besar di atas as belakang sehingga mengorbankan penyimpanan bagasi



Honda FCX - Clarity Tank location



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Mercedes-Benz FCV

Mercedes-Benz GLC F-CELL: Fuel Cell Electric Vehicle with Plug-in-Technology



Mercedes-Benz Plug-In FCV



Next Generation Fuel Cell Vehicle:
„The Fuel Cell gets a Plug!“



A cutaway illustration of a Mercedes-Benz Plug-In Fuel Cell Vehicle (FCV) driving on a road. The car is shown from a side-rear perspective, revealing its internal components, including the fuel cell stack, battery pack, and drivetrain. The wheels are highlighted in blue.

- Increase in range to 478 km from hydrogen and 51 km from HV-battery
- Driving power: 155 kW
- Volume of fuel cell engine: - 30 %
- Reduction of platinum in fuel cell stack: - 90 %
- Switch to plug-in-battery, in order to satisfy the gradual build-up of hydrogen infrastructure
- Cost-efficient carry-over of various high-voltage components from the Mercedes-Benz modular system

 Electric Intelligence by Mercedes-Benz

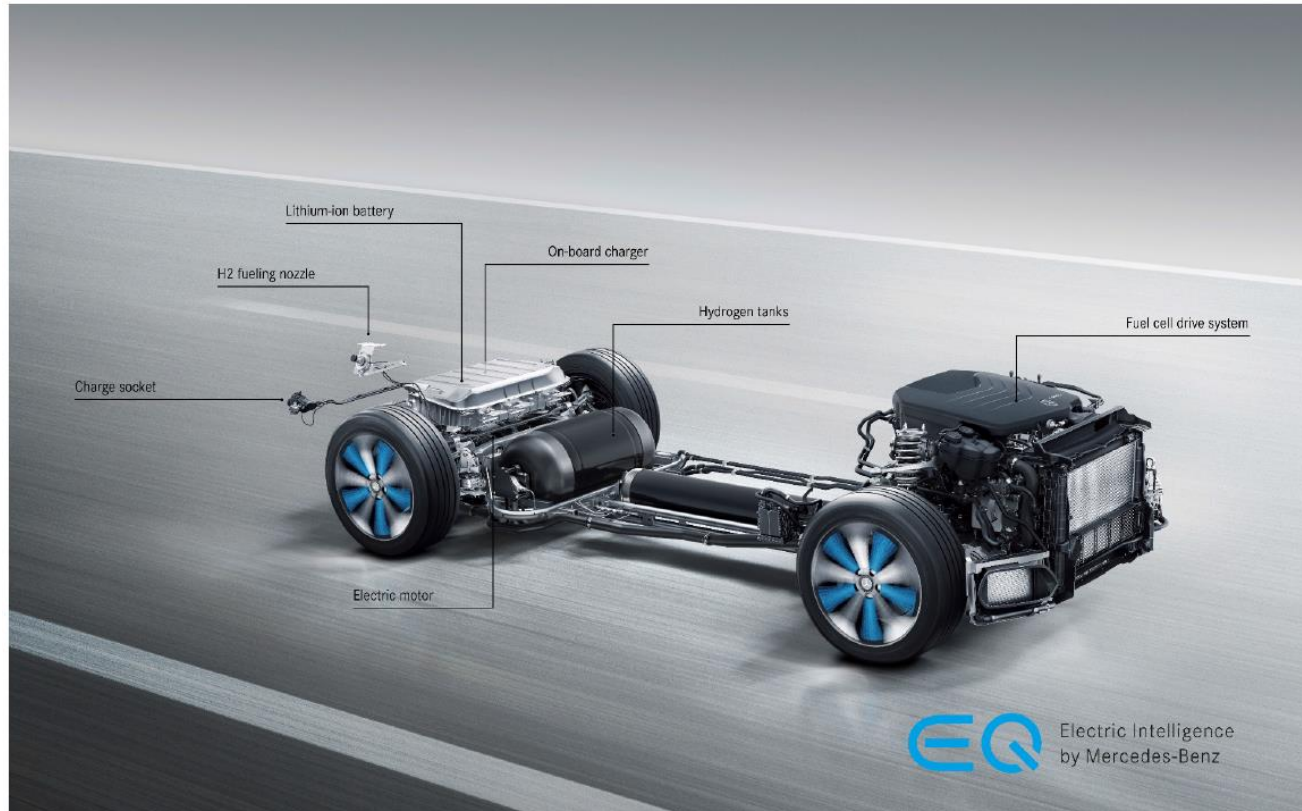


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Mercedes-Benz Plug-In FCV



Next generation fuel cell powertrain



Combined electrical consumption (kWh/100 km)	13,7
H ₂ -Range in hybrid mode (NEDC) (km)	478
Battery electric range in battery mode (NEDC) (km)	51
Engine	Electric motor
Rated output (kW/PS)	155 (211)
Peak torque (Nm)	365
Battery	Lithium-Ion
Energy content (gross/net) (kWh)	13,5 /9,3
Fuel cell	PEM
Hydrogen tank capacity (kg) (usable for SAE J2601, 2014 or more recent)	4,4
top speed (km/h)	160 (governed)

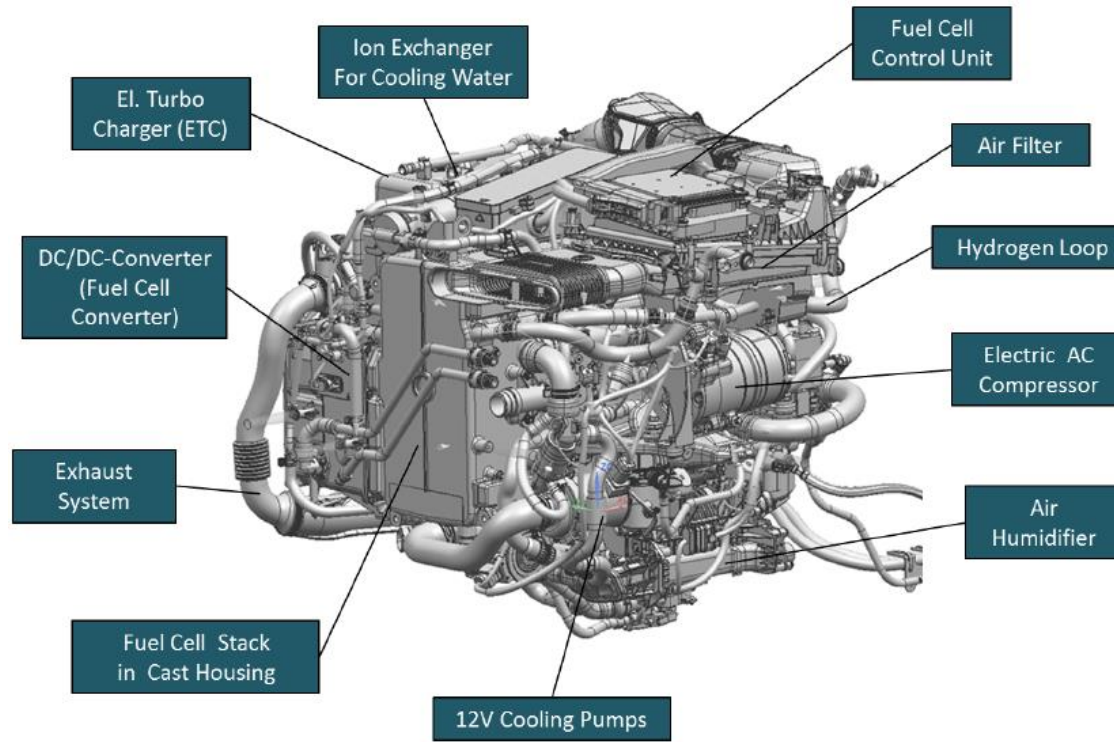


Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Daimler AG

Mercedes-Benz Plug-In FCV

Daimler's Next Generation Fuel Cell Engine



- High level of component integration
- Increase in fuel cell stack power density by ~ 100 % compared to B-Class F-CELL
- Introduction of electric turbo-compressor for air supply
- Absolute platinum content in fuel cell stack reduced by 90% compared to B-Class F-CELL
- Increased amount of series-produced carry-over parts (e. g. air filter, coolant pump)

Audi A7 h-tron (2015)



Spesifikasi Utama :

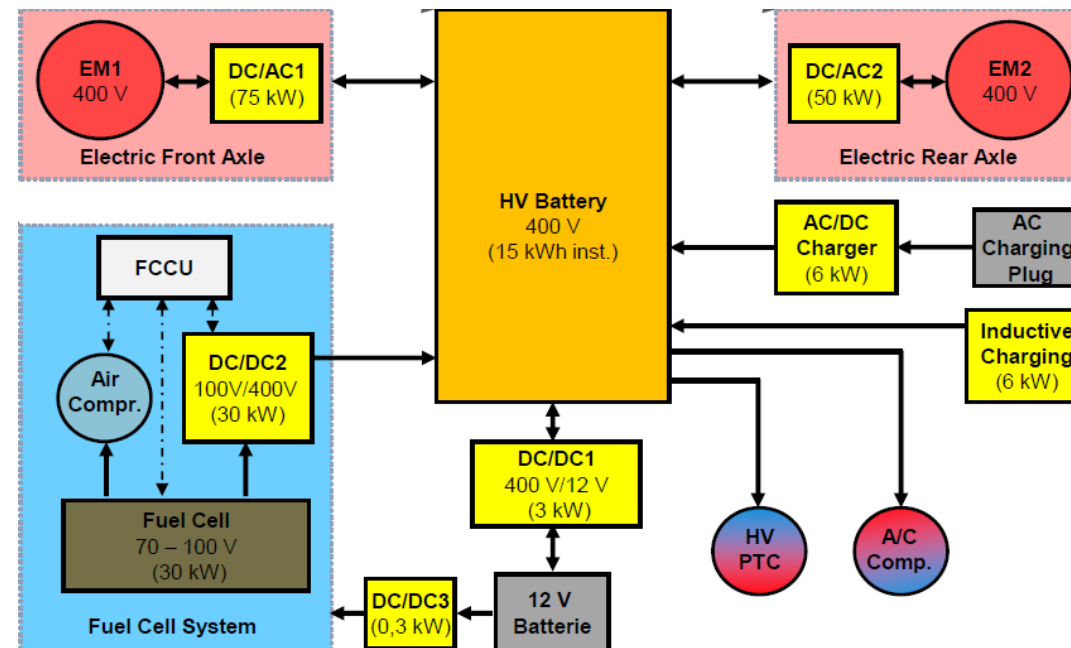
- Plug-In FCV
- PEM FC (kW?) beroperasi pada $\sim 80^{\circ}\text{C}$;
- Cold start ability: -28°C
- 4 tangka hydrogen (5 kg @ 700 bar)
- ~ 100 km per kilogram hidrogen
- 2 *PSM electric motors* dan diberi nilai 85/114 kW dan 270 Nm; planetary gear 7,6:1
- Baterai : Li-Ion 8,8 kWh
- Jarak tempuh 500 (50 pure electric) km
- Efficiency powertrain $\sim 60\%$
- 0 – 100 km/h 7,9 detik



Light Commercial FC-REEV (Magna Steyr) FC Range Extended Electric Vehicle (FV- Plug-In)



- Basis Mercedes E-Vito (Bolt)
- Kombinasi baterai berkapasitas lebih besar dengan data sel bahan bakar yang lebih kecil (=REX)
- Aplikasi : van pengiriman untuk lebih dari satu shift



Nicola FC- Truck



- Daya sistem 735 kW.
- 320 kWh Lithium-Ionen-Battery
- Jarak tempuh dengan satu tangka hydrogen 1.280 dan 1.930 kilometer
- 13.000 pre-orders diterima
- Pengetahuan pengembangan dan komponen dari bosch terlibat



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Source: electrive net (Branchendienst für Elektromobilität) 18.04.2019

Nicola NZT



- Kendaraan E-Off-road
- Offroad-EV menggabungkan penampilan buggy dengan fitur kenyamanan seperti kabin pengemudi yang dilengkapi dengan AC dan elemen pengoperasian berteknologi tinggi
- SOP shall be 2021
- Harga awal \$80.000
- Performansi 434 kW
- 0 - 100 km/h (4 detik)
- 125-kWh-Battery untuk jarak tempuh 240 km



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Hydrogen – Infrastruktur/stasiun pengisian bahan bakar



Rata-rata konsumsi bahan bakar FCV: **< 1 kgH₂/100km**



Players:



DAIMLER



- Jumlah stasiun di Jerman (100) > target 400 pada 2023
- Saat ini ada 6 stasiun di Austria

- Pengiriman ke stasiun 200 bar gas atau cair
- Tekanan penyimpanan hingga 100 Mpa
- Delivery 70 Mpa - Temperature -40°C at nozzle
- Lama pengisian 3-5 menit
- Harga bahan bakar 6 – 9 euro / kg (*political price ~ ice price* untuk jarak yang sama)



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Fuel Cell Power Train – Kesimpulan



Kelebihan :

- tidak ada emisi (*real ZEV!*) – produksi hydrogen dari energi terbarukan
- tidak ada suku cadang bergerak, minim kebisingan (kecuali kompresor !)
- efisiensi tinggi dalam kondisi beban Sebagian (lalu lintas kota!)
- bagian dari ekonomi hydrogen yang akan datang
- potensi yang besar pada FC- Plug-Ins

Kekurangan :

- masih cukup mahal (*precious materials* (Pt) & *catalyst metals*)
- sulit untuk dikelola (khususnya pengelolaan air)
- *dynamic operation* (kontrol, yakni kelembaban)
- stabilitas dan degradasi katalis
- masalah saat menyalakan kendaraan (durasi sampai siap), terselesaikan!?
- masalah saat *Cold start* (membeku!), terselesaikan!?
- memerlukan baterai start / puffer (= battery hybrid)
- penyimpanan dan pembangkit hydrogen atau tangka H₂ pada kendaraan



FCVs – the ultimate Future?!

Beberapa Pertanyaan :

- **Beri saya masukan langsung pada pembahasan!**
- **apa pendapat anda & sikap mengajar mengenai hydrogen dan FCVs?** Apakah orang berpikir BEV canggih atau kendaraan hydrogen/Sel bahan bakar akan bersaing ? Baterai terhadap sel bahan bakar atau baterai + *Fuel Cell* ?
- **Jalur bahan bakar hydrogen yang Panjang dan efisensinya bukan yang terbaik – Tetapi *Fuel Cell* menawarkan mobilitas listrik jarak jauh tanpa pengisian daya membutuhkan waktu lama** (apakah menurut anda teknologi baterai akan berkembang pesat dan mengatasi kekurangan pengisian daya yang lama ?)
- **Apakah professor dan mahasiswa tertarik dengan topik yang canggih ini?**
 - Apakah anda bersedia berinvestasi di laboratorium tempat anda dapat menguji *fuel cell* dan *electric powertrains* ?
 - Apakah anda akan melakukan simulasi dan eksperimen *Fuel Cell* ?
- **Target pembelajaran untuk pelajar pada “*Fuel Cell vehicles*”**
 - Mendapatkan pembahasan tentang semua kemungkinan *fuel cell*, karakteristik komponen utama dan masalah aplikasi
 - Memahami pro dan kontra yang berbeda pada *Fuel Cell* dan kompleksitasnya
 - Memahami dampak teknis, sosial, dan lingkungan



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student's Employability and Regional Development



<https://www.facebook.com/unitederasmus/>



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP