

RESEARCH & DEVELOPMENT for Internal Combustion ENGINES



Prof. PhD. ME

Victor Gheorghiu

<http://victor-gheorghiu.de/>

<http://www.rd4e.com/>

**Hamburg University of Applied
Sciences**

**Department of Mechanical Engineering
& Production**

Prof. Dr.-Ing.

Victor Gheorghiu

victor-gheorghiu@haw-hamburg.de

grg@rd4e.com

**HAW Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg**

**Department Maschinenbau und
Produktion**

Difficulties of the current Internal Combustion Engines ICE

Ways and measures to significantly improve their environmental impact through reduction:

- Of Fuel Consumption and
- Exhaust gas emissions,

while maintaining the power and torque performances.

Problematik der jetzigen Verbrennungsmotoren

Wege und Maßnahmen zur signifikanten Verbesserung derer Umweltverträglichkeit durch Reduzierung:

- Des Kraftstoffverbrauches und
 - Der Abgas-Emissionen,
- unter Beibehaltung der Leistungs- und Drehmoment-Performances.



A brief presentation of the current environmental compatibility and problems of gasoline and diesel engines

Investigations of the environmental compatibility under real driving conditions of German passenger cars from the last three years led first to reveal the exhaust gas manipulations of the VW group.

Many other car makers are also "affected".

Kurze Darstellung der jetzigen Umweltverträglichkeit bzw. Problematik der Otto- und Diesel-Motoren

Untersuchungen der Umweltverträglichkeit unter realen Fahrbedingungen von deutschen PKW aus den letzten drei Jahren führten zuerst zur Aufdeckung der Abgasmanipulationen des VW-Konzerns.

Viele andere Autohersteller sind ebenfalls „betroffen“.



A brief presentation of the current environmental compatibility and problems of gasoline and diesel engines

In the press and the general public, a wealth of unfounded, as well as misunderstood, opinions were held.

As a result, in part, a false image of the diesel gate problem has arisen!

Against this I would like below to comment on these distorted representations as a professor of combustion engines, researcher and inventor.

Kurze Darstellung der jetzigen Umweltverträglichkeit bzw. Problematik der Otto & Diesel-Motoren

In der Presse und der allgemeinen Öffentlichkeit wurden eine Fülle von unbegründeten, als auch falsch begründeten Meinungen ausgetragen.

Dadurch ist zum Teil eine verfälschte Darstellung von der Dieseldieselgate-Problematik entstanden!

Gegen diese möchte ich als Professor für Verbrennungsmotoren, Forscher und Erfinder hierunter Stellung nehmen.



Statement on the current environmental compatibility and problems of petrol & diesel ICE

- Unfortunately, it is true and undisputed that the German automotive industry has trimmed in this respect and still continues to trick unpunished more or less.
- The public perception of the environmental compatibility of diesel engines is damaged.
- A part of the German policy and the lobbyists in the EU committees have contributed by the adoption of lax laws and the implementation of lax controls.

Stellungnahme zur jetzigen Umwelt-Verträglichkeit und Problematik der Otto- und Diesel-Motoren

- Es ist leider wahr und unbestritten, dass die Deutsche Automobilindustrie in dieser Hinsicht getrickst hat und noch weiterhin unbestraft mehr oder weniger weitertrickst.
- Die öffentliche Wahrnehmung der Umweltverträglichkeit der Dieselmotoren ist beschädigt.
- Ein Teil der deutschen Politik und der Lobbyisten in den EU-Gremien haben durch Verabschiedung lascher Gesetze und Durchführung lascher Kontrollen dazu beigetragen.



Statement on the current environmental compatibility and problems of petrol & diesel ICE

- Due to this situation there was no need to improve the environmental compatibility of the ICE.
- The real exhaust emission and fuel consumption limits have not been defined strictly enough, and the existing limits have not been controlled accordingly!

Stellungnahme zur jetzigen Umwelt-Verträglichkeit und Problematik der Otto- und Diesel-Motoren

- Bedingt durch diese Situation gab es keine Notwendigkeit die Umweltverträglichkeit der Verbrennungsmotoren verbessern zu müssen.
- Die realen Abgasemissions-Grenzwerte und Kraftstoffverbräuche sind bisher nicht streng genug definiert und bestehende Grenzwerte nicht entsprechend konsequent kontrolliert worden!



Explanation of the problem of NOx emissions of petrol and diesel engines

The raw emissions of the oxides of nitrogen NOx depend on the

- a) Air excess in relation to the minimum necessary air volume of a complete i.e. stoichiometric combustion and of the
- b) Level of maximum temperatures during combustion.

The diesel engine operates exclusively with air excess ($\lambda > 1$). This is the result of the inhomogeneous mixture formation on the diesel engines.

In diesel engines, so-called diesel spurts or jets (see [7]) are injected.

Erklärungen zur Problematik der NOx-Emissionen der Otto- und Diesel-Motoren

Die Rohemissionen der Stickoxiden NOx hängen ab vom

- a) Luft-Überschuss in Relation auf die minimal notwendige Luftmenge einer vollständigen d.h. einer stöchiometrischen Verbrennung und vom
- b) Niveau der Maximal-Temperaturen während der Verbrennung.

Der Dieselmotor arbeitet ausschließlich mit Luftüberschuss ($\lambda > 1$). Das ist die Folge der inhomogenen Gemischbildung an den Dieselmotoren.

Beim Dieselmotor werden sogenannte Dieselkeulen oder -strahlen (siehe [7]) eingespritzt.



INTERNAL
COMBUSTION
ENGINES

Explanation of the problem of NOx emissions of petrol and diesel engines

Oxygen in excess is required to completely burn the diesel spurts or jets at low soot emission (see [5]).

As a result, the cause a) (air excess) is much more pronounced at the diesel than at the gasoline engines.

The classic gasoline engine works mostly stoichiometrically ($\lambda = 1$).

Exception thereof make the Fuel Stratified Injection (FSI) gasoline engines (see [6]).



Erklärungen zur Problematik der NOx-Emissionen der Otto- und Diesel-Motoren

Sauerstoff im Überschuss ist erforderlich, um die Dieselstrahlen vollständig bei geringer Rußemission zu verbrennen, (siehe [5]).

Dadurch wirkt sich die Ursache a) (Luftüberschuss) beim Dieselmotor viel ausgeprägter als bei den Ottomotoren aus.

Der klassische Ottomotor arbeitet zum großen Teil stöchiometrisch ($\lambda=1$).

Die Ausnahme bilden die Ottomotoren mit Schichtladung unter dem Fachbegriff Fuel Stratified Injection (FSI) (siehe [6]).

Explanation of the problem of NOx emissions of petrol and diesel engines

The cause b) (the level of the maximum temperatures) does not have a particularly strong effect on diesel engines, since these levels are the lower the higher the air excess (see [5]).

The opposite applies to all gasoline engines that are operated stoichiometrically ($\lambda = 1$).

If the combustion is carried out at low temperatures and high air excess, low NOx emissions result but very high soot emissions.

Erklärungen zur Problematik der NOx-Emissionen der Otto- und Diesel-Motoren

Die Ursache b) (das Niveau der Maximaltemperaturen) wirkt sich bei Dieselmotoren nicht besonders stark aus, da diese Niveaus umso niedriger sind je höher der Luftüberschuss ist (siehe [5]).

Das Gegenteil gilt für alle Ottomotoren die stöchiometrisch ($\lambda=1$) betrieben sind.

Führt man die Verbrennung bei niedrigen Temperaturen und hohen Luftüberschüssen aus, so entstehen geringe NOx-Emissionen aber sehr hohe Rußemissionen.



Explanation of the problem of NOx emissions of petrol and diesel engines

The λ -sensor and the 3-way catalyst were first introduced in the USA in the 1970s to get the smog in the cities under control.

In order to comply exactly with the λ -window ($0.995 \div 1.005$), the inaccurate mixture formation by means of carburetors was dispensed and switched to gasoline intake manifold injection.

All this has happened because the legislature has introduced strict limits and has also strictly controlled their compliance!

Erklärungen zur Problematik der NOx-Emissionen der Otto- und Diesel-Motoren

Die λ -Sonde und der 3-Wege-Katalysator wurden zuerst in den 70er Jahren in den USA eingeführt um den Smog in den Städten in den Griff zu bekommen.

Um das λ -Fenster ($0,995 \div 1,005$) genau einzuhalten wurde an die ungenaue Gemischbildung mittels Vergaser verzichtet und auf Benzin Saugrohreinspritzung umgestellt.

All das ist eingetreten, weil der Gesetzgeber strenge Grenze eingeführt und deren Einhaltung ebenfalls streng kontrolliert hat!



INTERNAL
COMBUSTION
ENGINES

Summary of problems of SI and diesel engines regarding the efficiency and NOx & soot emissions versus mixture formation.

Advantages of the inhomogeneous mixture formation (diesel & FSI engines):

The amount of fuel added can be varied with respect to the quantity of air sucked in, and thus, to a large extent, throttling to the load regulation can be dispensed.

As a result, the efficiency is higher and the fuel consumption is lower.

Zusammenfassung der Problematik der Otto- und Dieselmotoren im Bezug auf Effizienz und NOx- & Ruß-Emissionen gegenüber der Art der Gemischbildung.

Vorteile der inhomogenen Gemischbildung (Diesel- und FSI-Motoren):

Die beigemischte Kraftstoffmenge kann im Bezug auf die angesaugte Luftmenge variiert und damit weitgehend auf Drosselung zur Lastregelung verzichtet werden.

Wodurch ist die Effizienz höher und der Kraftstoffverbrauch niedriger.



INTERNAL
COMBUSTION
ENGINES

Disadvantages of the inhomogeneous mixture formation (diesel & FSI engines):

The lean air-fuel ratio favors the generation of NO_x emissions and simultaneously hinders their reduction in the 3-way catalyst.

The solution for this is possible at very high cost, either using NO_x storage catalysts for passenger cars (see [6] for detailed information), SCR systems for trucks or even larger engines.

Nachteile der inhomogenen Gemischbildung (Diesel- und FSI-Motoren):

Das im Magerbereich liegende Luft-Kraftstoff-Verhältnis begünstigt die Entstehung von NO_x-Emissionen und behindert gleichzeitig deren Abbau in dem 3-Wegen-Katalysator.

Die Lösung dafür ist mit sehr hohem Aufwand möglich, indem entweder NO_x Speicherkatalysatoren bei PKW's (s. [6] für ausführliche Informationen), SCR-Systeme bei LKW's oder noch größeren Motoren eingesetzt werden.



INTERNAL
COMBUSTION
ENGINES

Advantages of the homogeneous stoichiometric mixture formation:

The stoichiometric mixture formation produces, on the one hand, less NO_x emissions because there is no air excess and, at $\lambda = 1$, the standard 3-way catalyst reduces almost NO_x emissions.

Vorteile der homogenen stöchiometrischen Gemischbildung:

Die stöchiometrische Gemischbildung erzeugt einerseits weniger NO_x-Emissionen weil kein Luftüberschuss vorliegt und bei $\lambda = 1$ der standardmäßig eingesetzte 3-Wege-Katalysator effizient fast alle entstandenen NO_x-Emissionen reduziert.



Disadvantages of the homogeneous stoichiometric mixture formation:

In the case of homogeneous mixture formation:

- A lean mixture of $\lambda > 1.3$ can not be ignited at all by spark plug sparks,
- On the other hand, because of the increased combustion temperatures at $\lambda = 1$, more NO_x emissions occur.

Nachteile der homogenen stöchiometrischen Gemischbildung:

Im Falle der homogenen Gemischbildung:

- Ein mageres Gemisch von $\lambda > 1,3$ kann über Zündkerzenfunken gar nicht mehr entzündet werden,
- Andererseits entstehen wegen der erhöhten Verbrennungstemperaturen bei $\lambda = 1$ mehr NO_x-Emissionen.



INTERNAL
COMBUSTION
ENGINES

Disadvantages of the homogeneous stoichiometric mixture formation:

Because of the homogeneous mixture formation at partial loads (where less power is needed), the intake mixture must be reduced by throttling.

Thus, efficiency is sacrificed.

A throttling at the valves (by using a VVT system with a variable valve lift) is somewhat more efficient than with the throttle valve but not sufficiently good.

Nachteile der homogenen stöchiometrischen Gemischbildung:

Wegen der homogenen Gemischbildung muss bei Teillasten (wo weniger Leistung gebraucht wird) die angesaugte Gemischmenge mittels Drosselung reduziert werden.

Damit ist die Effizienz geopfert.

Eine Drosselung an den Ventilen (durch Einsatz eines VVT Systems mit variablen Ventilhub) ist etwas effizienter als die mittels Drosselklappe aber weitgehend nicht ausreichend gut.



INTERNAL
COMBUSTION
ENGINES

Probable causes of diesel exhaust gas manipulations of the VW Group

Starting Situation:

Volkswagen AG (short VW) wanted to fit the EURO 4 engine 1.9L-2V-PD-TDI fit for EURO 5 and especially for US 07 in 2003.

The problem was the high NO_x values. The soot emission was largely mitigated with the use of a soot filter.

In order to reduce NO_x crude emissions, VW decided to introduce the low-pressure exhaust gas recirculation (LP-EGR).

Wahrscheinliche Ursachen der Diesel-Abgasmanipulationen des VW-Konzerns

Ausgangssituation:

Volkswagen AG (kurz VW) wollte im Jahre 2003 den EURO 4 Motor 1,9L-2V-PD-TDI fit für den EURO 5 und insbesondere für US 07 anpassen.

Das Problem dabei waren die zu hohen NO_x-Werte. Die Ruß-Emission konnte mit dem Einsatz eines Rußfilters weitgehend entschärft werden.

Um die NO_x-Rohemission zu reduzieren hat sich VW entschieden die Niederdruck-Abgasrückführung ND-AGR einzuführen.



INTERNAL
COMBUSTION
ENGINES

Probable causes of diesel exhaust gas manipulations of the VW Group

Starting Situation (continued):

VW has commissioned BorgWarner Turbo Systems (BW) to develop a Nonlinear Model-based Predictive Control system NMPC for the engine, to implement it in the bypass to the mass production engine control unit (ECU) and to test it at the engine test bench.

BW had no know-how in this area and therefore commissioned me in the years 2003-2005 to develop the NMPC controller to test it in SIL and prepare for the real-time approach (see Figs. 15 and 16 from [8]).



Wahrscheinliche Ursachen der Diesel-Abgasmanipulationen des VW-Konzerns

Ausgangssituation (Fortsetzung):

Fa. VW hat Fa. BorgWarner Turbo Systems (BW) beauftragt eine nichtlineare modellbasierte prädiktive Regelung NMPC) für den Motor zu entwickeln, im Bypass zum Serien-Motorsteuergerät zu implementieren und am Motorprüfstand zu testen .

Fa. BW hatte gar kein Knowhow in diesem Bereich und daher ihrerseits mich in den Jahren 2003-2005 beauftragt diese Regelung zu entwickelt, in Software-in-the-Loop (SIL) zu testen und für den Echtzeitansatz vorzubereiten (siehe Fig. 15 und 16 aus [8]).

Probable causes of diesel exhaust gas manipulations of the VW Group

Starting Situation (continued):

VW has provided the engine with an open ECU with ETK interface from ETAS and determined the configuration of the LP EGR as well as the selection of the sensors (see Fig. 2 and 4 from [8], [10]).

Because BW had no capacities and experience, the engine was installed and tested by Erling-Klinger on an engine test bench.

Wahrscheinliche Ursachen der Diesel-Abgasmanipulationen des VW-Konzerns

Ausgangssituation (Fortsetzung):

VW hat den Motor mit einem offenen Steuergerät mit ETK Schnittstelle von Fa. ETAS zur Verfügung gestellt und die Konfiguration der ND-AGR sowie die Auswahl der Sensoren bestimmt (s. Fig. 2 und 4 aus [8], [10]).

Weil BW keine Kapazitäten und Erfahrung selbst hatte, wurde der Motor bei Fa. Erling-Klinger auf einem Motorprüfstand montiert und getestet.



INTERNAL
COMBUSTION
ENGINES

Probable causes of diesel exhaust gas manipulations of the VW Group

Starting Situation (continued):

Although the predictive controller worked very fast and stable, the then management of the VW Group decided not to purchase and use it.

The reasons for this can only be speculated. The amount of the purchase costs was certainly not!

It was highly likely that the implementation and subsequent optimization of this new control system would have taken much time from the VW development departments.

Wahrscheinliche Ursachen der Diesel-Abgasmanipulationen des VW-Konzerns

Ausgangssituation (Fortsetzung):

Obwohl der prädiktive Regler sehr schnell und stabil arbeitete, hat sich die damalige Leitung des VW-Konzerns entschieden diesen nicht anzuschaffen und einzusetzen.

Die Gründe hierfür können nur spekuliert werden. Die Höhe der Anschaffungskosten waren es mit Sicherheit nicht!

Mit großer Wahrscheinlichkeit hätte die Implementierung und die anschließende Optimierung dieser neuartigen Regelung viel Zeit von den VW-Entwicklungsabteilungen in Anspruch genommen.



Probable causes of diesel exhaust gas manipulations of the VW Group

Starting Situation (continued):

Therefore the solution with electronic exhaust gas manipulation was considered “much more effective and efficient”.

This enabled VW to quickly “upgrade” the engine for the US market.

This has resulted in the LP-EGR not being able to react quickly and accurately enough in dynamic road operation and has often even been switched off!

As a result, the EGR valves frequently become blocked.

Wahrscheinliche Ursachen der Diesel-Abgasmanipulationen des VW-Konzerns

Ausgangssituation (Fortsetzung):

Daher wurde die Lösung mit der elektronischen Abgasmanipulation als viel „effektiver und effizienter“ eingeschätzt.

Damit konnte VW den Motor für den US-Markt rasch „aufrüsten“.

Dies hat dazu geführt, dass die ND-AGR im dynamischen Straßenbetrieb nicht schnell und genau genug reagieren konnte und wurde oft sogar abgeschaltet!

Als Folge dessen haben sich die AGR-Ventile häufig blockiert.



INTERNAL
COMBUSTION
ENGINES

Probable causes of diesel exhaust gas manipulations of the VW Group

Starting Situation (continued):

But the VW has even more striven than just the admission on the US market.

VW also took the lead role in exhaust gas after treatment.

Because of this vanity, the dosage of Add-Blue for Selective Catalytic Reduction (SCR) of NOx emissions was reduced to a minimum.

This served to reduce the replenishment of add-blue between the inspection intervals.



Wahrscheinliche Ursachen der Diesel-Abgasmanipulationen des VW-Konzerns

Ausgangssituation (Fortsetzung):

Aber der VW hat noch mehr angestrebt, als nur die Zulassung auf dem US-Markt.

VW beanspruchte auch die Führungsrolle in der Abgasnachbehandlung.

Wegen dieser Eitelkeit wurde die Dosierung von Add-Blue zur Selektiven Katalytischen Reduktion (SCR) der NOx-Emissionen auf einem Minimum reduziert.

Dies diente der Verringerung der Nachfüllmenge an Add-Blue zwischen den Inspektionsterminen.

Retrofit possibilities and ways to eliminate the problems of the present Diesel combustion engines

- Upgrade with low-pressure exhaust gas recirculation ND-EGR, if not already present.
- Use of the NMPC control to the ND-EGR and turbocharging in the engine control units (ECU) in order to effectively use the ND-EGR in dynamic road operation and thus to largely prevent NOx production.

Retrofit-Möglichkeiten bzw. Wege zur Entschärfung der Problematik der jetzigen Diesel-Verbrennungsmotoren

- Aufrüstung mit Nieder-Druck-Abgasrückführung ND-AGR, falls nicht schon vorhanden.
- Einsatz der NMPC Regelung zur ND-AGR und Turboaufladung in den Motor-Steuergeräten (MSG), um die ND-AGR auch in dynamischem Straßenbetrieb effektiv einzusetzen und damit die NOx-Produktion weitgehend zu unterbinden.



Retrofit possibilities and ways to eliminate the problems of the present Diesel combustion engines

Upgrading of the common-rail injection system with controlled heating of the diesel fuel in the rail, if possible even over 300 ° C, thereby:

- The viscosity (thickness) of the fuel much lower in order to achieve better atomization, faster and more complete evaporation and substantial homogenization of the air-fuel mixture. The aim is to achieve a low-soot combustion with low air excess.

Retrofit-Möglichkeiten bzw. Wege zur Entschärfung der Problematik der jetzigen Diesel-Verbrennungsmotoren

Aufrüstung der Common-Rail-Einspritzung mit geregelter Beheizung des Diesel-Kraftstoffes im Rail falls möglich sogar über 300°C, um dadurch:

- Die Viskosität (Zähflüssigkeit) des Kraftstoffes stark abzusenken, um eine bessere Zerstäubung, schnellere und vollständigere Verdampfung und weitgehende Homogenisierung des Luft-Kraftstoff-Gemisches zu erreichen. Das Ziel ist eine rußarme Verbrennung bei niedrigem Luftüberschuss zu erreichen.



Retrofit possibilities and ways to eliminate the problems of the present Diesel combustion engines

Reduction of sulfur content in diesel fuel far below 10 ppm (mg / kg), i.e. If possible equal to zero.

Lowering the air excess in a stoichiometric direction at higher loads and intensively ND-EGR control in partial load ranges.

Use of a 3-way catalyst, if not already present, for additional NO_x reduction. When the air excess is reduced in the stoichiometrically direction, the 3-way catalyst will effectively remove NO_x.



Retrofit-Möglichkeiten bzw. Wege zur Entschärfung der Problematik der jetzigen Diesel-Verbrennungsmotoren

Reduzierung des Schwefelgehaltes im Diesel-Kraftstoff weit unter 10 ppm (mg/kg) d.h. wenn möglich gleich Null.

Absenkung des Luftüberschusses in stöchiometrischer Richtung bei höheren Lasten und intensiv ND-AGR-Regelung im Teillast-Bereichen.

Einsatz eines 3-Wege-Katalysators, falls nicht schon vorhanden, zur zusätzlichen NO_x-Reduktion. Wenn der Luftüberschuss in Richtung stöchiometrisch reduziert wird, wird der 3-Wege-Katalysator NO_x effektiv abbauen.

How should the new internal combustion engines look?

The answer to this can be found in the presentation from this site [VCSR-aided_Ultra-Downsizing_of ICE](#) (as [mp4](#) video or [PDF](#))

The new combustion engines are to operate according to the Atkinson cycles, i.e. with shortened strokes for suction and compression as well as with extended strokes for expansion and expulsion.

As a result, more mechanical work can be gained from the energy of the exhaust gases on the extended expansion and, at the same time, less mechanical work can be consumed for compression.



Wie sollen die neuen Verbrennungsmotoren aussehen?

Die Antwort dazu findet man in der Präsentation von dieser Seite:

[VCSR-aided_Ultra-Downsizing_of ICE](#) (als [mp4](#)-video oder [PDF](#))

Die neuen Verbrennungsmotoren sollen nach den Atkinson-Zyklen arbeiten, d.h. mit verkürzten Hübten für Ansaugen und Verdichten sowie mit verlängerten Hübten für Expansion und Ausschleiben.

Damit kann aus der Energie der Abgase mehr mechanische Arbeit auf die verlängerte Expansion gewonnen und gleichzeitig weniger mechanischer Arbeit zur Verdichtung konsumiert werden.

How should the new internal combustion engines look?

The answer to this can be found in the presentation from this site:

VCSR-aided_Ultra-Downsizing_of ICE (as [mp4](#) video or [PDF](#))

The VCSR crank mechanism has shortened compression stroke and extended expansion stroke, and enables continuous variation of the compression ratio (VCR).

The aim of this implementation is to exploit the full potential of the released heat into the cylinder.

At present, the current engines only convert at most a third of this energy into mechanical energy.



Wie sollen die neuen Verbrennungsmotoren aussehen?

Die Antwort dazu findet man in der Präsentation von dieser Seite:

VCSR-aided_Ultra-Downsizing_of ICE (als [mp4](#)-video oder [PDF](#))

Der Kurbeltrieb dafür heißt VCSR und ermöglicht zusätzlich auch das kontinuierliche Variieren des Verdichtungsverhältnisses.

Das Ziel dieser Implementierung ist das gesamte Potential der freigesetzte Wärme (Energie) in den Zylinder auszuschöpfen.

Die jetzigen Motoren schaffen derzeit nur höchstens ca. ein Drittel dieser Energie in mechanische Energie umzuwandeln.

How should the new internal combustion engines look?

The answer to this can be found in the present. from www.rd4e.com:

VCSR-aided_Ultra-Downsizing_of ICE (as [mp4](#) video or [PDF](#))

Another third of the released heat is through the cooling system and the last third through the exhausted gases are lost to the environment.

An optimized internal combustion engine with VCSR crankshaft and highly turbocharged should convert about half of the released heat into mechanical energy!

The minimum target is, however, an increase in efficiency by 20% compared to the current engines!

Wie sollen die neuen Verbrennungsmotoren aussehen?

Die Antwort dazu findet man in der Präsentation von www.rd4e.com:

VCSR-aided_Ultra-Downsizing_of ICE (als [mp4](#)-video oder [PDF](#))

Ein weiteres Drittel der freigesetzten Wärme geht über die Kühlung und ein letztes Drittel mit den ausgestoßenen Abgasen in die Umgebung verloren.

Ein optimierter Verbrennungsmotor mit VCSR Kurbeltrieb und Turbo hochaufgeladen sollte etwa die Hälfte der freigesetzten Wärme in mechanische Energie umwandeln können!

Das Minimalziel ist allerdings eine Steigerung der Effizienz um 20% im Vergleich mit den aktuellen Motoren!

How should the new internal combustion engines look?

The answer to this can be found in the presentation from this site:

VCSR-aided_Ultra-Downsizing_of ICE (as [mp4](#) video or [PDF](#))

The VCSR crankshaft with continuous variation of the compression ratio allows the use of different fuels in a combustion engine.

For example, the SI engines could be operated efficiently with both gasoline, as well as with any alcohols, LPG, CNG and even hydrogen.

A range extender in this design would solve the problem of the cruising range of electric vehicles!

Wie sollen die neuen Verbrennungsmotoren aussehen?

Die Antwort dazu findet man in der Präsentation von dieser Seite:

VCSR-aided_Ultra-Downsizing_of ICE (als [mp4](#)-video oder [PDF](#))

Der VCSR Kurbeltrieb mit kontinuierlicher Variation des Verdichtungsverhältnisses, ermöglicht den Einsatz von verschiedenen Kraftstoffen in einem Verbrennungsmotor.

Beispielsweise die Ottomotoren könnten effizient sowohl mit Benzin, als auch mit jeglichen Alkoholen, LPG, CNG und sogar Wasserstoff betrieben werden.

Ein Range-Extender in dieser Bauart würde das Problem der Reichweite von Elektrofahrzeuge entschärfen!

Literatur / References

1. Gheorghiu, V. [Ultra-Downsizing of Internal Combustion Engines](#), SAE World Congress, April 2015, Detroit, USA
2. Schutting, E. u.a. [Herausforderungen und Lösungsansätze bei der Diagnostik eines Ottomotors mit verlängerter Expansion](#), Internationales Symposium für Verbrennungsdagnostik, Baden-Baden 2014
3. Gheorghiu, V. [Soot Sensor for Emission onboard control systems](#), SAE 2012 On-Board Diagnostics Symposium, Stuttgart.
4. Gheorghiu, V. [Neue Modelle für das Motormanagement](#) (HAW interne Präsentation) 2004
5. Gheorghiu, V. [Einsatz der Modellierung und Simulation in der Motorregelung](#) (HAW interne Präsentation) 2005
6. Gheorghiu, V. [Gegenwärtige und zukünftige Problematik der Verbrennungsmotoren für reine und hybride Fahrzeugantriebe](#) (HAW interne Präsentation) 2006
7. Gheorghiu, V. u. a. [Investigation on the fuel distribution in DI Diesel engine combustion chambers and its influence on soot emission](#), CIMAC 1991
8. Gheorghiu, V. [System und Regelungskonzept für zukünftige Turbolader- Abgasrückführsysteme für turboaufgeladene Diesel Pkw](#), Aufladetechnische Konferenz Dresden 2005
9. Gheorghiu, V. u.a. [Model of a Supercharged Diesel Engine with High and Low-Pressure EGR as Part of an NMPC for ECU Implementation](#), SAE 2007-24-0084, 2007,
10. Gheorghiu, V. u.a. [System Structure and Controller Concept for an Advanced Turbocharger/EGR System for a Turbocharged Passenger Car Diesel Engine](#), SAE 2005-01-3888, 2005
11. Gheorghiu, V., [Patent Application DE 10 2013 003682 \(A1\)](#) & [Patent \(Patentschrift\) DE 10 2013 003682 \(B4\)](#), 2018.
12. Gheorghiu, V., [Patent Application EP 2772624 \(A1\)](#), 2014.